



TUGAS AKHIR - TE 145561

**RANCANG BANGUN KONRTOLER BATERAI *CHARGER* UNTUK
*SOLAR CELL***

Rizka Masruuro
2212039009

Dany Setyawan
2212039022

Dosen Pembimbing
Suwito, ST., MT
Onie Meiyanto, S.Pd

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK ELEKTRO
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015



FINAL PROJECT - TE 145561

DESIGN OF BATTERY CHARGER CONTROLLER FOR SOLAR CELL

Rizka Masruuro
2212039009

Dany Setyawan
2212039022

Advisor
Suwito, ST., MT
Onie Meiyanto, S.Pd

ELECTRICAL ENGINEERING D3 PROGRAM
Faculty of Industrial Technology
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015

RANCANG BANGUN KONTROLER BATERAI CHARGER UNTUK SOLAR CELL

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Ahli Madya
Pada
Bidang Studi Teknik Listrik
Program Studi D3 Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Menyetujui :

Dosen Pembimbing I



Suwito, ST., MT

NIP. 19810105 20050 1 1004

Dosen Pembimbing II



Onie Meiyanto, S.Pd

NIP. 19850501 201101 1 008



**SURABAYA
JUNI, 2015**

RANCANG BANGUN KONTROLER BATERAI CHARGER UNTUK SOLAR CELL

Nama Mahasiswa : Rizka Masruuro
NRP : 2212 039 009
Nama Mahasiswa : Dany Setyawan
NRP : 2212 039 022
Dosen Pembimbing 1 : Suwito, ST., MT
NIP : 19810105 20050 1 1004
Dosen Pembimbing 2 : Onie Meiyanto, S.Pd
NIP : 19850501 201101 1 008

ABSTRAK

Potensi Energi matahari di Indonesia sangatlah besar sebagai wilayah yang dilewati garis khatulistiwa. Potensi ini seharusnya dimanfaatkan dengan maksimal. Pemanfaatan energi matahari salah satunya dengan menggunakan *Photovoltaic*, teknologi ini dapat digunakan untuk mengkonversi cahaya matahari menjadi energi listrik. Cahaya matahari yang berubah ubah membuat *photovoltaic* menghasilkan tegangan yang berubah – ubah juga. Oleh karena itu diperlukan adanya kontroler untuk menstabilkan tegangan pada *photovoltaic*.

Pada Tugas Akhir ini dibuat sistem untuk menstabilkan tegangan yang dihasilkan oleh *photovoltaic*. System ini menggunakan prinsip *boost converter*. *Boost converter* berfungsi menaikkan dan menstabilkan tegangan yang dihasilkan *photovoltaic* untuk mengisi daya dua buah baterai yang disusun seri. Pada sistem ini terdiri dari *boost converter*, mikrokontroler, sensor arus dan sensor tegangan. *Boost converter* berfungsi untuk menaikkan tegangan, *boost converter* dikendalikan oleh mikrokontroler dan hasil feedbacknya diperoleh dari sensor arus dan tegangan. Hasil yang diperoleh setelah merancang sistem ini adalah tegangan dan arus yang dihasilkan oleh *solar cell* tidak fluktuatif, yaitu sebesar 27,2 Volt dan 0.5 Ampere. Hasil pengujian ini diambil saat cuaca cerah dan berawan dengan tegangan rata-rata output *solar cell* 19,15 volt pada jam pengujian pukul 10.00 hingga pukul 14.00.

Kata Kunci : *Photovoltaic, PWM, Sensor arus, Sensor Tegangan, microcontroller, Boost Converter*

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

DESIGN OF BATTERY CHARGER CONTROLLER FOR SOLAR CELL

Student Name : Rizka Masruuro
ID Number : 2212 039 009
Student Name : Dany Setyawan
ID Number : 2212 039 022
Advisor 1 : Suwito, ST., MT
ID Number : 19810105 20050 1 1004
Advisor 2 : Onie Meiyanto, S.Pd
ID Number : 19850501 201101 1 008

ABSTRACT

The solar energy potential in Indonesia is enormous as the region who passed the equator. This potential should be exploited to the maximum. Utilization of solar energy either by using Photovoltaic, this technology can be used to convert sunlight into electrical energy. The unstable of a voltage production caused by fluctuation of a solar light. Therefore, is necessary to control the unstable of a voltage production by photovoltaic.

At this final project created a system to stabilize the generated voltage by the photovoltaic. This system uses the principle of the boost converter. The function of a boost converter is to step up and stabilize the generated voltage by photovoltaic for charging the two batteries that arranged series. On this system consists of a boost converter, a microcontroller and a voltage sensor. Boost converter serves to step up the voltage, the boost converter is controlled by a microcontroller and the feedback is obtained from current and voltage sensors. The results obtained after designing this system is voltage and current generated by the solar cell does not fluctuate, amounting to 27.2 volts and 0.5 amperes. These test results are taken when the weather is sunny and cloudy with the average voltage output solar cell testing 19.15 volts on the clock 10:00 to 14:00.

Keywords : Photovoltaic, PWM, voltage sensor, current sensor, microcontroller, Boost Converter

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang selalu memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Shalawat serta salam semoga selalu dilimpahkan kepada Rasulullah Muhammad SAW, keluarga, sahabat, dan umat muslim yang senantiasa meneladani beliau.

Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan guna menyelesaikan pendidikan Diploma 3 pada Bidang Teknik Elektro Industri, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dengan judul:

“Kontroler Baterai Charger Untuk Solar Cell”

Tugas Akhir ini merupakan syarat untuk menyelesaikan mata kuliah dan memperoleh nilai pada Tugas Akhir. Dengan selesainya Tugas Akhir ini penulis menyampaikan terimakasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. Kedua orangtua yang telah dan yang selalu memberi dukungan, mendoakan, dan memberi perhatian kepada penulis
2. Bapak Eko Setijadi, ST. MT. Ph.D selaku Ketua Program D3 Teknik Elektro, FTI - ITS
3. Bapak Suwito. ST. MT. selaku dosen pembimbing
4. Bapak Onie Meiyanto, S.Pd selaku dosen pembimbing dari BLKIP
5. Semua teman – teman dan keluarga D3 Teknik Elektro Industri yang telah membantu dan mendukung terlaksananya Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam Tugas Akhir ini. Kritik dan saran untuk perbaikan Tugas Akhir ini sangat diperlukan. Akhir kata semoga tugas ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Surabaya, Juli 2014

Penulis

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan	2
1.5 Sistematika Laporan Tugas Akhir	2
1.6 Relevansi	3
BAB II TEORI PENUNJANG	5
2.1 Baterai <i>Charging</i>	5
2.2 <i>Solar Cell</i>	6
2.3 Mikrokontroler ATmega 328	8
2.4 <i>Boost Converter</i>	9
2.4.1 <i>Continous Mode</i>	10
2.4.2 <i>Mode Discontinuous</i>	13
2.5 Mosfet	16
2.6 Pembangkitan PWM	18
2.7 <i>Hall Effect Sensor</i>	19
BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT	21
3.1 Blok Fungsional Sistem	21
3.2 Perancangan Mekanik	22
3.2.1 Perancangan Tiang Penyanggah <i>Solar Cell</i>	22
3.2.2 Perancangan <i>Box Control</i>	24
3.3 Perancangan Elektrik	25
3.3.1 Perancangan <i>Solar Cell</i>	25
3.3.2 Perancangan Beban	26
3.3.3 Perancangan Mikrokontroler	27

3.3.4	Perancangan <i>Boost Converter</i>	29
3.3.5	Perancangan <i>Driver</i> Mosfet	34
3.3.6	Perancangan <i>Driver</i> Relay	35
3.3.7	Perancangan Sensor Arus.....	36
3.3.8	Perancangan Sensor Tegangan.....	37
3.4	Perancangan Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	38
3.4.1	Program Pembangkitan PWM Pada Mikrokontroler	39
3.4.2	Perancangan Program Sensor Tegangan	40
3.4.3	Perancangan Program Sensor Arus	42
3.4.4	Perancangan Program Keseluruhan	44
BAB IV	PENGUJIAN DAN ANALISA ALAT	47
4.1	Pengujian <i>Solar Cell</i>	47
4.2	Pengujian <i>Boost Converter</i>	50
4.2.1	Pengujian Frekuensi Terhadap Tegangan <i>Output</i>	50
4.2.2	Pengujian Tegangan <i>Output Boost Converter</i>	52
4.2.3	Pengujian Nilai <i>Duty Cycle</i> Terhadap Tegangan <i>Input</i>	54
4.3	Pengujian Nilai Frekuensi.....	55
4.4	Pengujian Sensor Tegangan.....	56
4.5	Pengujian Sensor Arus.....	59
4.6	Pengujian Keseluruhan Alat	61
4.6.1	Dengan Beban Resistansi.....	63
4.6.2	Dengan Beban Baterai	65
BAB V	PENUTUP	69
5.1	Kesimpulan	69
5.2	Saran	69
DAFTAR PUSTAKA		71
LAMPIRAN A FOTO ALAT		A-1
LAMPIRAN B LISTING PROGRAM		B-1
LAMPIRAN C DATASHEET		C-1
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		D-1

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Data Listrik <i>Solar Cell</i>	26
Tabel 3.2 Parameter Perhitungan <i>Boost Converter</i>	30
Tabel 4.1 Hasil Pengukuran <i>Solar Cell</i>	48
Tabel 4.2 Tabel Pengujian Perubahan Frekuensi Terhadap Tegangan..	51
Tabel 4.3 Pengujian Tegangan <i>Output</i> Pada <i>Boost Converter</i>	52
Tabel 4.4 Tabel Analisa <i>Duty Cycle</i>	54
Tabel 4.5 Data Hasil Pengujian Sensor Tegangan.....	58
Tabel 4.6 Hasil Pengukuran Sensor Arus	60
Tabel 4.7 Data Pengujian dengan Beban Resistif.....	63
Tabel 4.8 Hasil Pengujian Keseluruhan dengan Beban Baterai	66

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Material <i>Solar Cell</i>	7
Gambar 2.2 Arsitektur Pin ATmega 328	9
Gambar 2.3 Prinsip Kerja <i>Boost Converter</i>	10
Gambar 2.4 Keadaan <i>ON</i> Dan <i>OFF</i> Saat Mode <i>Continuous</i>	10
Gambar 2.5 Gelombang <i>Boost Converter</i> Mode <i>Continuous</i>	11
Gambar 2.6 Batas Antara Mode <i>Continuous</i> Dan <i>Discontinuous</i>	13
Gambar 2.7 Gelombang Arus Mode <i>Discontinuous</i>	14
Gambar 2.8 Gelombang <i>Boost Converter</i> Mode <i>Discontinuous</i>	15
Gambar 2.9 Konfigurasi Mosfet	16
Gambar 2.10 Prinsip Kerja Mosfet Tipe NPN	17
Gambar 2.11 Prinsip Kerja Mosfet Tipe PNP	17
Gambar 2.12 Pembangkitan Sinyal PWM Dengan Rangkaian Analog	18
Gambar 3.1 Blok Fungsional Sistem	21
Gambar 3.2 Desain Tiang Penyanggah <i>Solar Cell</i> Tampak Samping	23
Gambar 3.3 Desain Tiang Penyanggah <i>Solar Cell</i> Tampak Depan	23
Gambar 3.4 Desain <i>Box</i> Kontrol	24
Gambar 3.5 <i>Solar Cell</i>	25
Gambar 3.6 Baterai Yang Digunakan Sebagai Beban	26
Gambar 3.7 Spesifikasi Baterai	27
Gambar 3.8 Konfigurasi Pin ATmega 328	28
Gambar 3.9 Skematik Mikrokontroler	29
Gambar 3.10 Rangkaian <i>Boost Converter</i>	32
Gambar 3.11 <i>Software Inductor Winding</i>	33
Gambar 3.12 Spesifikasi Inti Toroid	33
Gambar 3.13 Konfigurasi Pin TLP 250	34
Gambar 3.14 Rangkaian <i>Driver</i> Mosfet	35
Gambar 3.15 Skematik Rangkaian <i>Driver</i> Relay	36
Gambar 3.16 Rangkaian Sensor Arus	37
Gambar 3.17 Rangkaian Pembagi Tegangan	38
Gambar 3.18 <i>Flowchart</i> Pembangkitan PWM	39
Gambar 3.19 Program Pembangkitan PWM pada Mikrokontroler	40
Gambar 3.20 <i>Flowchart</i> Sensor Tegangan	41
Gambar 3.21 Program Sensor Tegangan pada Mikrokontroler	42
Gambar 3.22 <i>Flowchart</i> Kalibrasi Sensor Arus	43
Gambar 3.23 Program Kalibrasi Sensor Arus Pada Mikrokontroler	44
Gambar 3.24 <i>Flowchart</i> Keseluruhan Sistem	45

Gambar 4.1 Solar Cell Dan Tiang Penyanggah Solar Cell.....	47
Gambar 4.2 Rangkaian Beban Pengujian <i>Solar cell</i>	48
Gambar 4.3 Grafik Tegangan Yang Dihasilkan <i>Solar Cell</i>	49
Gambar 4.4 Grafik Arus Yang Dihasilkan <i>Solar Cell</i>	49
Gambar 4.5 Komponen Pengujian <i>Boost Converter</i>	50
Gambar 4.6 Grafik Perubahan Tegangan <i>Output</i> Terhadap Frekuensi	51
Gambar 4.7 Rangkaian Pengujian <i>Boost Converter</i>	52
Gambar 4.8 Grafik Perbandingan Tegangan <i>Output Boost Converter</i>	53
Gambar 4.9 Grafik Perbandingan Nilai <i>Duty Cycle</i>	55
Gambar 4.10 Hasil Pengujian Frekuensi Pada <i>Oscilloscope</i>	56
Gambar 4.11 Rangkaian Pembagi Tegangan	57
Gambar 4.12 Rangkaian Pengujian Sensor Tegangan.....	57
Gambar 4.13 Grafik Perbandingan Tegangan <i>Input</i> Dan <i>Output</i> Pada Sensor	59
Gambar 4.14 Pengujian Sensor Arus	59
Gambar 4.15 Rangkaian Pengujian Sensor Arus	60
Gambar 4.16 Grafik Pengukuran Sensor Arus	61
Gambar 4.17 Realisasi Box Control.....	62
Gambar 4.18 Rangkaian Pengujian Keseluruhan Beban Resistif.....	63
Gambar 4.19 Grafik Pengujian Keseluruhan Beban Resistif	65
Gambar 4.20 Gambar Pengujian Keseluruhan Dengan Beban Baterai	66
Gambar 4.21 Grafik <i>Vout</i> Pengujian Keseluruhan Beban Baterai	68
Gambar 4.22 Grafik <i>Iout</i> Pengujian Keseluruhan Beban Baterai.....	68

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini, kebutuhan manusia akan perangkat-perangkat elektronika yang bersifat portable semakin meningkat. Hampir semua perangkat elektronika ini menggunakan baterai sebagai sumber tegangannya. Dalam hal ini, baterai membutuhkan sumber listrik untuk mengisi ulang dayanya. Kebutuhan akan adanya ketersediaan listrik, selama ini masih menggunakan energi yang tidak terbarukan dan masih bersifat konvensional. Setiap saat, konsumsi energi listrik semakin meningkat[1], dan salah satu akibat dari terus menerus penggunaan energi listrik konvensional ini adalah persediaan energi yang semakin sedikit dan biaya yang semakin besar. Oleh karena itu, untuk mengurangi beban energi listrik konvensional dan biaya konsumsi yang semakin besar, dibutuhkan sebuah energi terbarukan yang ada di alam dan jumlahnya tidak terbatas. Salah satu penggunaan energi terbarukan ini adalah menggunakan *solar cell*. *Solar cell* memiliki kemampuan mengkonversi cahaya matahari menjadi tegangan. Dengan memanfaatkan fungsi dari *solar cell* ini, *solar cell* dapat dimanfaatkan pada station-station pengisian *charger* baterai. Station-station pengisian charge baterai ini memiliki manfaat untuk mencharge batterai pada perangkat-perangkat elektronika yang sering digunakan oleh manusia seperti baterai pada mobil listrik, laptop, handphone, dan yang lainnya. Namun, output tegangan dari *solar cell* ini berubah-ubah sesuai dengan intensitas cahayanya, dan akibatnya tegangan output dari *solar cell* juga berubah-ubah. Hal ini dapat memperpendek umur dari baterai yang terdapat pada perangkat-perangkat elektronika karena tegangan yang digunakan untuk mencharge baterai harus stabil. Oleh karena itu, pada station-station pengisian charge baterai ini dilengkapi dengan sebuah pengontrol yang mampu menstabilkan output dari *solar cell* untuk mencharging baterai.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun permasalahan yang akan kami angkat sebagai bahan Tugas Akhir ini adalah:

Tegangan yang dihasilkan oleh *solar cell* bersifat fluktuatif atau berubah - ubah sesuai dengan besar cahaya matahari yang mengenai permukaan *solar cell*. Tegangan ini tidak baik jika digunakan untuk mensupply daya pada baterai, karena dapat mengurangi lifetime baterai. Oleh karena itu dibutuhkan suatu kontroler yang digunakan untuk membuat tegangan yang dihasilkan oleh *solar cell* tidak fluktuatif atau stabil supaya memenuhi kriteria untuk mengisi daya pada baterai.

1.3 Batasan Masalah

Agar penulisan buku Tugas Akhir ini tidak menyimpang dan mengambang dari tujuan yang semula direncanakan sehingga mempermudah mendapatkan data dan informasi yang diperlukan, maka penulis menetapkan batasan-batasan sebagai berikut:

1. Tegangan yang dihasilkan oleh sistem berjalan stabil
2. Perancangan dan pembuatan kontroler (*boost converter*)
3. Pembuatan indikator saat proses *charging* berlangsung.

1.4 Tujuan

Pembuatan alat Rancang Bangun Kontroler Baterai *Charger* Untuk *Solar Cell* bertujuan untuk:

Menstabilkan tegangan yang dihasilkan oleh photovoltaic sehingga dapat disimpan dalam baterai untuk menghemat penggunaan energi listrik konvensional.

1.5 Sistematika Laporan Tugas Akhir

Sistematika pembahasan Tugas Akhir ini terdiri dari lima bab, yaitu pendahuluan, teori penunjang, perencanaan dan pembuatan alat, pengujian dan analisa alat, serta penutup.

Bab I : PENDAHULUAN

Pada bab ini membahas tentang latar belakang permasalahan, permasalahan, tujuan, sistematika laporan, serta relevansi.

Bab II : TEORI PENUNJANG

Pada bab ini membahas tentang teori penunjang yang mendukung dalam perencanaan pembuatan alat meliputi definisi dan aplikasi *solar cell*, teori *boost converter*, aplikasi dan perancangan mikrokontroler. Dan fungsi fungsi dari prinsip lainnya.

- Bab III : PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT**
Membahas tentang perencanaan dan pembuatan perangkat keras (*hardware*) yang meliputi perangkaian *solar cell*, pembuatan kotak *boost converter*, perancangan mikrokontroler, perancangan sensor - sensor. Serta perangkat lunak (*software*) berupa program untuk membangkitkan PWM (*Pulse Width Modulation*) pada Mikrokontroler
- Bab IV : PENGUJIAN DAN ANALISA ALAT**
Membahas tentang pengukuran, pengujian, dan penganalisaan terhadap komponen-komponen fisik seperti pengukuran tegangan pada input maupun output. Serta pengukuran arus yang mengalir pada rangkaian
- Bab V : PENUTUP**
Menjelaskan tentang kesimpulan dari Tugas Akhir ini dan saran-saran untuk pengembangan alat ini lebih lanjut

1.6 Relevansi

Diharapkan alat ini dapat terealisasi, alat ini dapat digunakan untuk mensupply perangkat elektronik yang menggunakan baterai sebagai sumber dayanya. Dengan *solar cell*, alat ini memanfaatkan energi matahari yang tidak terbatas yang kemudian dikonversi sehingga dapat mengisi daya pada baterai tanpa menggunakan listrik.

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

BAB II

TEORI PENUNJANG

2.1 Baterai *Charging*

Baterai atau akumulator adalah sebuah sel listrik di mana di dalamnya berlangsung proses elektrokimia yang reversibel (dapat berbalikan) dengan efisiensinya yang tinggi. Yang dimaksud dengan proses elektrokimia reversibel adalah di dalam baterai dapat berlangsung proses pengubahan kimia menjadi tenaga listrik, dan sebaliknya dari tenaga listrik menjadi tenaga kimia, yaitu pengisian kembali dengan cara regenerasi dari elektroda-elektroda yang dipakai dengan melewati arus listrik dalam arah (polaritas) yang berlawanan di dalam sel. Tiap sel baterai ini terdiri dari dua macam elektroda yang berlainan, yaitu elektroda positif dan elektroda negatif yang dicelupkan dalam suatu larutan kimia. Sel baterai yang dapat diisi (dimuati) kembali oleh arus listrik disebut sel sekunder, sedangkan sel baterai yang tidak dapat dimuati kembali oleh arus listrik disebut sel baterai primer.

Proses pengisian baterai adalah proses untuk menempatkan energy ke dalam sel sekunder atau baterai isi ulang dengan mentransfer arus listrik^[2]. Pengisian baterai tergantung dari ukuran dan jenis baterai yang sedang diisi. Beberapa jenis baterai memiliki toleransi tinggi untuk pengisian yang berlebihan dan harus dikoneksikan dengan sumber tegangan yang bersifat konstan. Pengisian yang sederhana membutuhkan pemutusan manual pada saat akhir siklus pengisian. Jenis baterai yang lain tidak dapat bertahan dalam pengisian dengan kecepatan tingkat tinggi. Sebuah *charger* memiliki sirkuit tegangan sensing dan mikrokoprosesor untuk menyesuaikan arus pengisian, menentukan status pengisian dan mengakhiri proses pengisian.

Secara sederhana, proses pengisian baterai isi ulang adalah dengan memasukkan arus secara terus-menerus pada baterai sehingga tegangan bertambah hingga batas tertentu. Proses pengisian baterai secara berlebihan dapat merusak baterai sehingga umur baterai tidak dapat bertahan lama. Secara sederhana, proses pengosongan baterai isi ulang adalah dengan cara menghabiskan arus pada baterai sehingga muatan pada baterai berkurang yang menyebabkan tegangan baterai semakin menurun pada batas tertentu. Untuk jenis baterai NiMH dan NiCd pengosongan baterai tidak boleh di bawah 0,9 Volt untuk setiap sel baterai.

Kapasitas energi yang disimpan (C) dari sebuah baterai diukur dalam ampere *hours* atau mA *hours*. Pada kebanyakan kasus, mode trickle charging (slow rate) dengan laju I Sumber arus sebesar C/100 hingga C/10 akan menyebabkan baterai selalu dalam kondisi yang baik untuk waktu yang lama sedangkan pada mode *fast charging* dapat menimbulkan panas sehingga gas kimia yang ada pada baterai dapat bereaksi akan menyebabkan baterai akan cepat rusak. *C-Rate* merupakan definisi untuk arus pengisian dan pengosongan baterai isi ulang. *C-Rate* dapat dirumuskan menjadi hour

$$C_{Rate} = \frac{C}{1 \text{ Hour}}$$

C = kapasitas baterai dalam A-hour atau mA-hour.

Sebagai contoh jika sebuah baterai 1000mA-hour akan mempunyai *C-Rate* sebesar 1000mA, arus penyesuaian untuk 1C adalah 1000mA, arus penyesuaian untuk 0.1C adalah 100mA dan arus penyesuaian untuk 2C adalah 2000mA.

2.2 Solar Cell

Solar cell, atau *Photovoltaic*, adalah perangkat listrik yang mengubah energi cahaya menjadi energi listrik oleh efek *photovoltaic*, yang merupakan fenomena fisika dan kimia. Ini adalah salah satu bentuk dari sel photoelektrik, yang didefinisikan sebagai perangkat yang mempunyai karakteristik elektrik, seperti arus, tegangan, atau resistansi yang berbeda bila terkena cahaya. *Solar cell* terbentuk dari susunan balok modul *photovoltaic*, atau dikenal sebagai panel surya.

Konvensi energi *Photovoltaic* dalam *solar cell* adalah penyerapan cahaya matahari yang menghasilkan lubang pasangan elektron. Elektron dan lubang elektron ini dipisahkan oleh struktur perangkat yaitu elektron ke terminal negatif dan lubangnya ke terminal positif. Hal ini menyebabkan terciptanya energi listrik.^[3]

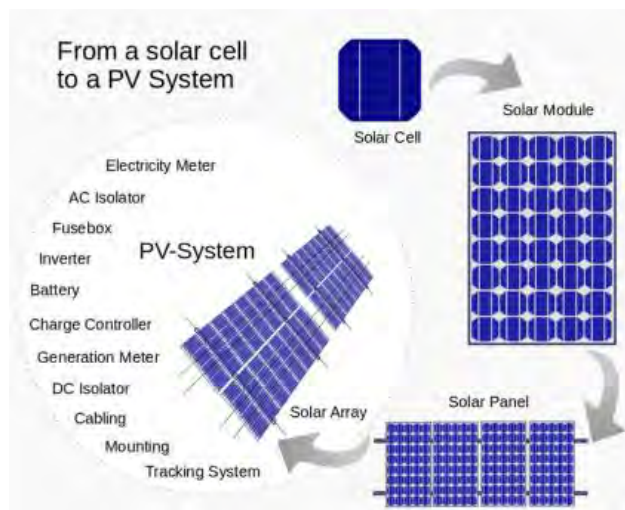
Sel surya terdiri dari sel *photovoltaic* yang tidak terpengaruh oleh cuaca. Sumbernya adalah cahaya matahari atau cahaya buatan. Biasanya digunakan untuk *photodetector* (misalnya *infrared detector*), mendeteksi cahaya atau radiasi elektromagnetik dalam suatu *range*, atau mengukur intensitas cahaya. Operasi dari *photovoltaic* (PV) sel membutuhkan 3 perlengkapan dasar:

- Penyerapan cahaya, menjauhkan sepasang elektron atau *excitons*.
- Pemisahan muatan yang saling berlawanan. Pemisahan ekstraksi pembawa muatan dengan sirkuit eksternal

Sebaliknya, *solar thermal collector* mensupply panas dengan menyerap sinar matahari, untuk tujuan baik pemanasan langsung atau pembangkit tenaga listrik langsung dari panas. "*sel photoelectrolytic*" (sel fotoelektrokimia), di sisi lain, mengacu baik untuk jenis sel fotovoltaik (seperti yang dikembangkan oleh Edmond Becquerel dan sel surya *dye-sensitized modern*), atau ke perangkat yang membagi air langsung menjadi hidrogen dan oksigen hanya menggunakan penerangan matahari.

Sel surya terbuat dari bahan semikonduktor. Bahan-bahan ini harus memiliki karakteristik tertentu untuk menyerap sinar matahari. Beberapa sel yang dirancang untuk menangani sinar matahari yang mencapai permukaan bumi, sementara yang lain dioptimalkan untuk digunakan dalam ruang. Sel surya dapat dibuat dari hanya satu lapisan tunggal menyerap cahaya-bahan (*single-junction*) atau menggunakan beberapa konfigurasi fisik (*multi-junction*) untuk mengambil keuntungan dari berbagai penyerapan dan biaya mekanisme pemisahan.

Gambar 2.1 adalah bentuk sel surya menjadi sistem *photovoltaic*. Sel surya yang disusun dalam jumlah disebut *photovoltaic*. *Photovoltaic* yang disusun beberapa dan membentuk sistem disebut sistem *photovoltaic*. Sistem *photovoltaic* dapat digunakan untuk *tracking system, mounting, DC isolator, Battery*, dan lain lain.



Gambar 2.1 Material *Solar Cell*

2.3 Mikrokontroler ATmega 328

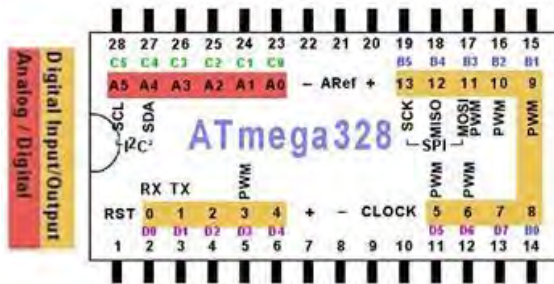
Mikrokontroler adalah sebuah computer kecil disuatu sirkuit terpadu yang berisi tentang inti prosesor, memori dan input/output yang telah deprogram. Program disimpan dalam bentuk Ferroelectric RAM, Nor Flash, OTP ROM yang disertakan dalam chip. Mikrokontroler digunakan untuk aplikasi emberdded, tidak seperti mikroprosesor yang digunakan dalam Komputer pribadi.

Mikrokontroler digunakan untuk mengontrol produk atau perangkat secara otomatis seperti sistem kontrol mesin mobil, mesin kantor, alat alat listrik, dan sistem embedded lainnya. Mikrokontroler membuat kontrol digital dengan banyak perangkat dan proses lebih ekonomis. Beberapa mikrokontroler menggunakan 4 bit dan beroperasi pada clock rate frekuensi serendah 4kHz, ketika konsumsi daya yang terendah.

Salah satu jenis mikrokontroler dari tipe Atmel AVR (8-bit) adalah ATmega 328. ATmega328 adalah mikrokontroller keluaran dari atmel yang mempunyai arsitektur RISC (Reduce Instruction Set Computer) yang dimana setiap proses eksekusi data lebih cepat dari pada arsitektur CISC (Completed Instruction Set Computer). Mikrokontroller ini memiliki beberapa fitur antara lain

- 130 macam instruksi yang hampir semuanya dieksekusi dalam satu siklus *clock*.
- 32 x 8-bit register serba guna.
- Kecepatan mencapai 16 MIPS dengan clock 16 MHz.
- 32 KB *Flash memory* dan pada arduino memiliki *bootloader* yang menggunakan 2 KB dari *flash* memori sebagai *bootloader*.
- Memiliki EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*) sebesar 1KB sebagai tempat penyimpanan data semi permanent karena EEPROM tetap dapat menyimpan data meskipun catu daya dimatikan.
- Memiliki SRAM (*Static Random Access Memory*) sebesar 2KB.
- Memiliki pin I/O digital sebanyak 14 pin 6 diantaranya PWM (*Pulse Width Modulation*) output.
- *Master / Slave SPI Serial interface*.

Pada Gambar 2.2 dijelaskan bahwa pin digital input output pada mikrokontroler ATmega 328 terletak pada nomor D0 hingga D8, dan B1 hingga B5, dan pin analog digital terletak pada C0 hingga C5.



Gambar 2.2 Arsitektur Pin ATmega 328

2.4 Boost Converter

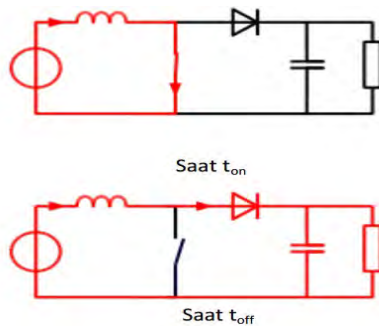
Boost converter (converter step-up) adalah konverter daya DC-to-DC dengan tegangan output yang lebih besar dari tegangan input. Ini adalah termasuk switching-mode power supply (SMPS) yang mengandung setidaknya dua semikonduktor (dioda dan transistor) dan setidaknya satu elemen penyimpanan energi, kapasitor, induktor, atau dua dalam kombinasi. Filter yang terbuat dari kapasitor (terkadang dikombinasikan dengan induktor) biasanya ditambahkan ke output dari konverter untuk mengurangi riak keluaran tegangan. [4]

Prinsip utama dari Boost converter adalah kecenderungan induktor untuk melawan perubahan arus dengan menciptakan dan menghancurkan medan magnet. Dalam Boost converter, tegangan output selalu lebih tinggi dari tegangan input.

Saat saklar/switch Mosfet pada kondisi tertutup (ton), arus akan mengalir ke induktor sehingga menyebabkan energi yang tersimpan di induktor naik.

Saat saklar Mosfet terbuka (*Toff*), arus induktor ini akan mengalir menuju beban melewati dioda sehingga energi yang tersimpan di induktor akan turun. Jika kita lihat pada gambar dibawah, pada saat *Toff* beban akan merasakan tegangan sumber ditambah dengan tegangan induktor yang sedang melepaskan energinya. Kondisi ini yang menyebabkan tegangan keluaran menjadi lebih besar dibandingkan dengan tegangan masukannya. Rasio antara tegangan keluaran dan tegangan masukan konverter sebanding dengan rasio antara periode penyaklaran dan waktu

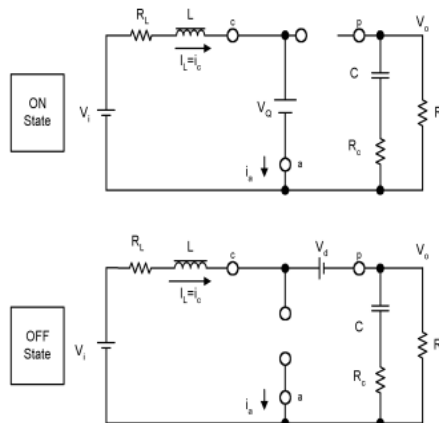
pembukaan saklar. Skema prinsip *boost converter* ditunjukkan dengan Gambar 2.3 berikut:



Gambar 2.3 Prinsip Kerja *Boost Converter*

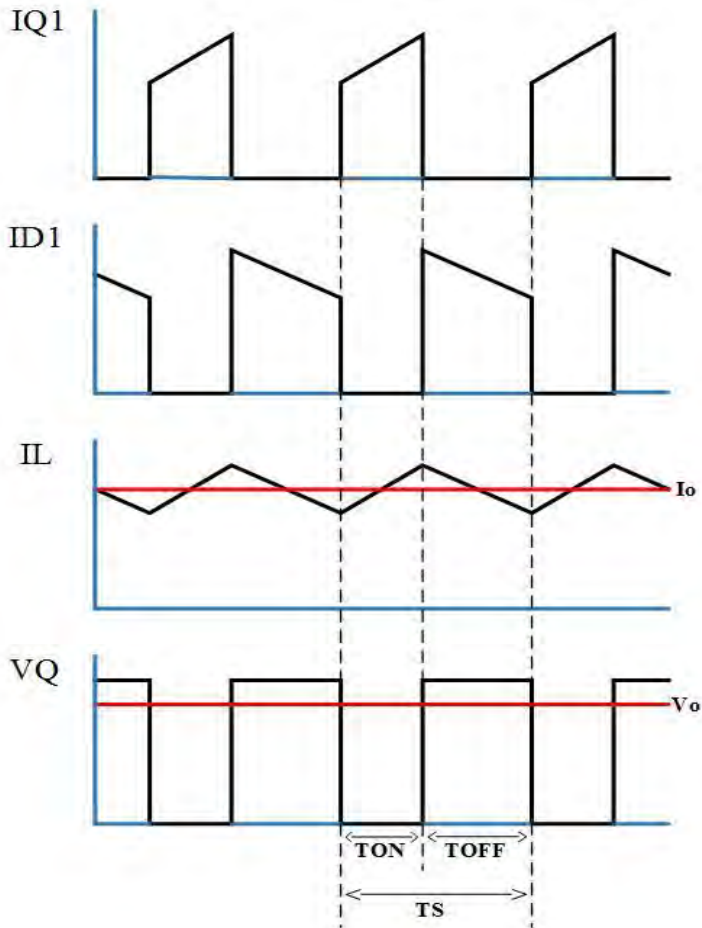
2.4.1 *Continous Mode*

Pada mode continuous, diasumsikan dua kondisi setiap siklus switching. Ketika keadaan ON, Q1 ON dan D1 OFF, saat Q1 OFF, D1 ON. Kedua keadaan ini dapat direpresentasikan dengan dua rangkaian sederhana yang setara dengan kedua keadaan. Gambar 2.4 merupakan diagram yang menunjukkan dua keadaan yaitu ketika keadaan *ON* dan keadaan *OFF*.



Gambar 2.4 Keadaan *ON* Dan *OFF* Saat Mode *Continous*

Durasi yang dibutuhkan saat keadaan *ON* adalah $D \times T_s = T_{ON}$, dimana D adalah *duty cycle* yang diatur oleh sirkuit control. Ratio saat switch dalam keadaan *ON* sampai siklus *switching* komplit dinyatakan dengan T_s . Durasi waktu saat keadaan *OFF* adalah T_{OFF} . Gambar 2.5 adalah bentuk gelombang yang dihasilkan oleh *boost converter* saat mode *continuous*.



Gambar 2.5 Gelombang *Boost Converter Mode Continuous*

Berdasarkan Gambar 2.5, kenaikan arus pada induktor dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$V_L = L \times \frac{di_L}{dt}$$

$$\Delta I_L = \frac{V_L}{L} \Delta T$$

Kenaikan arus pada induktor selama keadaan *ON* didapatkan dari:

$$\Delta I_L(+) = \frac{V_i - (V_Q + I_L \times R_L)}{L} \times T_{ON}$$

Jumlah $\Delta I_L(+)$ adalah ripple arus pada induktor. Selama periode ini, kapasitor mensupply arus pada beban.

Penurunan arus pada induktor saat keadaan *OFF* didapatkan dari:

$$\Delta I_L(-) = \frac{(V_o + V_d + I_L \times R_L) - V_i}{L} \times T_{OFF}$$

Besaran $\Delta I_L(-)$ adalah *ripple* arus pada induktor.

Dalam kondisi stabil, arus yang bertambah saat waktu *ON* dan saat arus yang berkurang saat waktu *OFF* adalah sama. Oleh karena itu, ada dua persamaan yang dapat digunakan untuk mencari V_o yaitu menggunakan:

$$V_o = (V_i - I_L \times R_L) \times \left(1 + \frac{T_{ON}}{T_{OFF}}\right) - V_d - V_Q \times \left(\frac{T_{ON}}{T_{OFF}}\right)$$

$$\text{Dan, } D = \frac{T_{ON}}{T_{ON} + T_{OFF}} = \frac{T_{ON}}{T_s}$$

$$(1 - D) = \frac{T_{OFF}}{T_s}$$

Persamaan dalam keadaan stabil untuk menentukan V_o adalah

$$V_o = \frac{V_i - I_L \times R_L}{1 - D} - V_d - V_Q \times \frac{D}{1 - D}$$

Dari persamaan persamaan diatas dapat disimpulkan bahwa V_o dapat disesuaikan dengan cara menyesuaikan duty cycle. Persamaannya dapat ditulis seperti berikut:

$$V_o = \frac{V_i}{1 - D}$$

$$I_o = (1 - D) \times I_i$$

Intinya, sirkuit ini untuk mengalihkan induktor sebagai tempat penyimpanan energi. Ketika Q1 ON, energi mengalir ke induktor. Ketika Q1 OFF, induktor dan sumber tegangan mengalirkan energi ke kapasitor dan beban. Tegangan output dikontrol dengan mengatur waktu penyalan Q1. Contohnya, dengan menambah waktu penyalan pada Q1, jumlah energi yang disalurkan ke induktor juga bertambah. Hubungan antara rata rata arus yang mengalir pada induktor dan arus output didapatkan dari:

$$I_{L(Avg)} \times \frac{T_{OFF}}{T_s} = I_{L(Avg)} \times (1 - D) = I_o$$

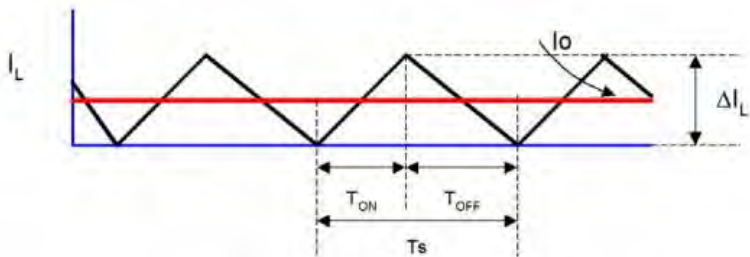
$$I_{L(Avg)} = \left(\frac{I_o}{1 - D} \right)$$

2.4.2 Mode Discontinuous

Gambar 2.6 menunjukkan kondisi arus pada induktor saat berada pada batas continous dan discontinous. Ini adalah keadaan dimana arus pada induktor turun menjadi nol dan siklus switching selanjutnya segera dimulai setelah arus mencapai nilai nol. Dari charge dan discharge dari output kapasitor, arus output didapatkan dari:

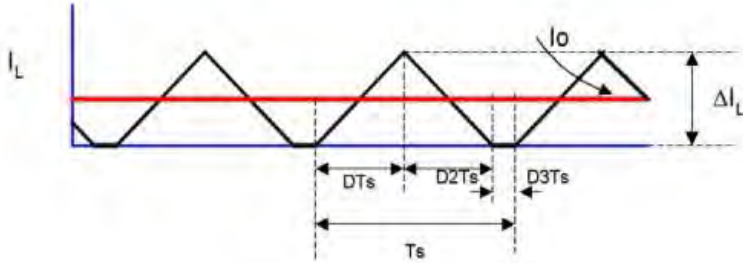
$$I_o \times (T_{ON} + T_{OFF}) = \frac{I_{PK}}{2} \times T_{OFF}$$

$$I_{PK} = \frac{2 \times I_o}{1 - D}$$



Gambar 2.6 Batas Antara Mode *Continuous* Dan *Discontinuous*

Selanjutnya reduksi pada arus beban output membuat *boost converter* menjadi Discontinuous Current Conduction Mode. Gelombang arus pada saat mode discontinuous ditunjukkan seperti Gambar 2.7



Gambar 2.7 Gelombang Arus Mode *Discontinuous*

Durasi dari pada saat keadaan ON adalah $T_{ON} = D \times T_s$ dimana D adalah Duty cycle yang diatur dengan sirkuit kontrol. Durasi dalam keadaan OFF adalah $T_{OFF} = D2 \times T_s$. Keadaan diam adalah pengingat dari siklus switching yang didapatkan dari $T_s - T_{ON} - T_{OFF} = D3 \times T_s$.

Arus pada induktor bertambah selama keadaan ON didapatkan dari:

$$\Delta I_L(+) = \frac{V_i}{L} \times T_{ON} = \frac{V_i}{L} \times D \times T_s = I_{PK}$$

Besarnya ripple arus $\Delta I_L(+)$, juga merupakan puncak dari arus pada induktor I_{PK} karena pada mode discontinuous arus berawal dari nol pada setiap siklus.

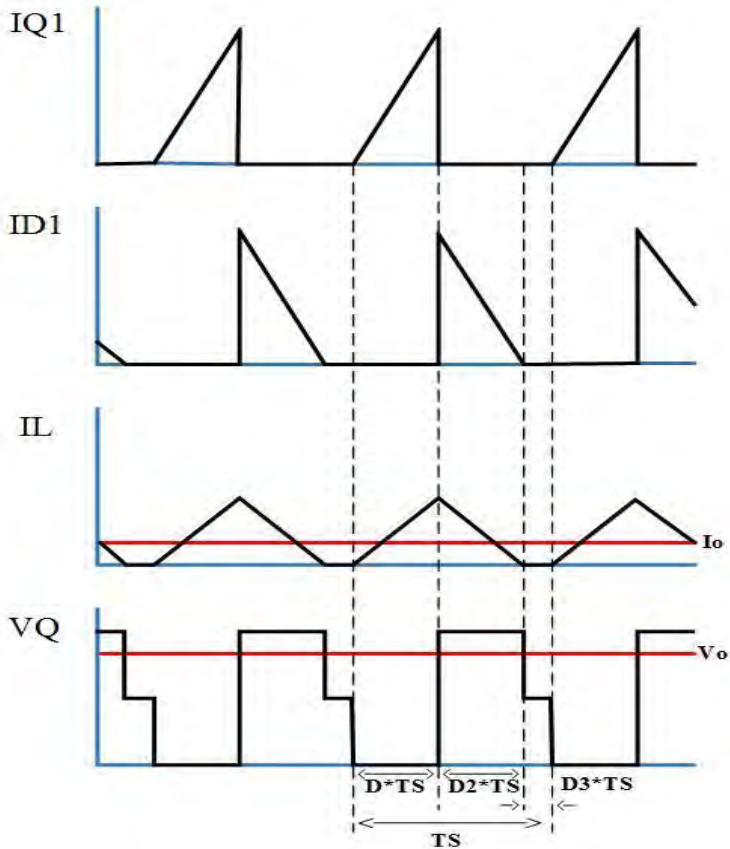
Menurunnya arus pada induktor selama keadaan OFF didapatkan dari:

$$\Delta I_L(-) = \frac{V_o - V_i}{L} \times T_{OFF} = \frac{V_o - V_i}{L} \times D2 \times T_s$$

Saat mode konduksi, arus bertambah saat keadaan ON dan arus berkurang saat keadaan OFF, jadi persamaannya adalah:

$$V_o = V_i \times \frac{T_{ON} + T_{OFF}}{T_{OFF}} = V_i \times \frac{D + D2}{D2}$$

Gambar 2.8 adalah gelombang yang dihasilkan oleh boost converter ketika dalam mode *discontinuous*.



Gambar 2.8 Gelombang *Boost Converter Mode Discontinuous*

Untuk menghitung arus output, digunakan rata rata arus pada induktor ketika siklus switching selama $D2$.

$$I_o = \frac{V_o}{R} = \frac{1}{T_s} \times \left(\frac{1}{2} \times I_{PK} \times D2 \times T_s \right)$$

$$I_o = \frac{V_o}{R} = \frac{1}{T_s} \times \left(\frac{1}{2} \times \left(\frac{V_i}{L} \times D \times T_s \right) \times D2 \times T_s \right)$$

$$= \frac{V_i \times D \times D \times T_s}{2 \times L}$$

Untuk menyelesaikan dua persamaan I_o dan V_o , hubungan konversi tegangan pada mode konduksi *discontinuous* didapatkan dari:

$$V_o = V_i \times \frac{1 + \sqrt{1 + \frac{4 \times D^2}{K}}}{2}$$

$$D = \sqrt{K \times M \times (M - 1)}$$

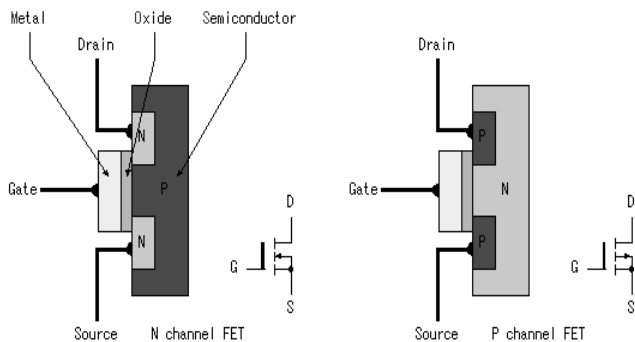
Dan K adalah:

$$K = \frac{2 \times L}{R \times T_s}$$

$$M = \frac{V_o}{V_i}$$

2.5 Mosfet

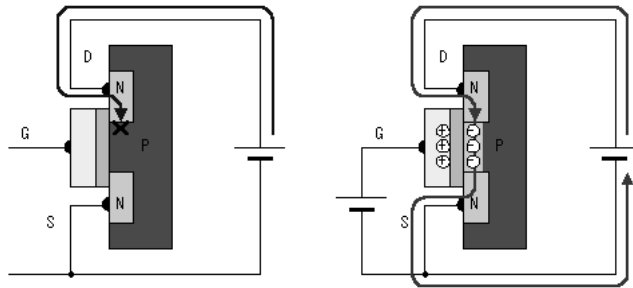
Mosfet merupakan singkatan dari Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor yang merepresentasikan bahan-bahan penyusunnya yang terdiri dari logam, oksida dan semikonduktor. Terdapat 2 jenis Mosfet yaitu tipe NPN atau N channel dan PNP atau biasa disebut P channel. Mosfet dibuat dengan meletakkan lapisan oksida pada semikonduktor dari tipe NPN maupun PNP dan lapisan logam diletakkan di atasnya. Gambar 2.9 memperlihatkan konfigurasi dasar dari Mosfet yang terdiri dari 3 buah kaki yaitu gate, drain, source.



Gambar 2.9 Konfigurasi Mosfet

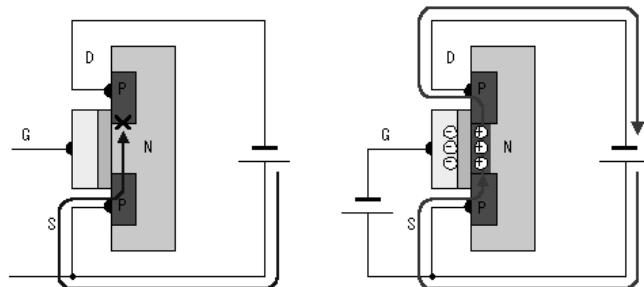
Adapun prinsip kerja dari Mosfet adalah sebagai berikut

- Untuk tipe NPN, ketika *gate* diberi tegangan positif elektron-elektron dari semikonduktor N dari *drain* dan *source* tertarik oleh *gate* menuju semikonduktor tipe P yang berada diantaranya. Dengan adanya elektron-elektron ini pada semikonduktor P, maka akan menjadi suatu jembatan yang memungkinkan pergerakan elektron-elektron dari *source* ke *drain*. Prinsip kerja Mosfet tipe NPN dapat dilihat pada gambar 2.10.



Gambar 2.10 Prinsip Kerja Mosfet Tipe NPN

- Untuk tipe PNP, prinsip kerjanya sama hanya saja tegangan yang diberikan pada *gate* berkebalikan dengan Mosfet tipe NPN. Ketika tegangan negatif diberikan ke *gate*, *hole* dari semikonduktor tipe P dari *source* dan *drain* tertarik ke semikonduktor tipe N yang berada diantaranya. Dengan adanya jembatan *hole* ini maka arus listrik dapat mengalir dari *source* ke *drain*. Prinsip kerja Mosfet tipe PNP dapat dilihat pada Gambar 2.11.

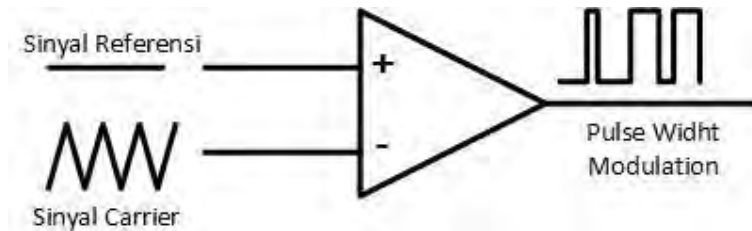


Gambar 2.11 Prinsip Kerja Mosfet Tipe PNP

Karena adanya lapisan oksida antara *gate* dan semikonduktor, maka arus listrik tidak mengalir menuju *gate*. Arus listrik mengalir diantara drain dan source yang dikendalikan oleh tegangan *gate*.

2.6 Pembangkitan PWM

PWM atau Pulse Widht Modulation adalah salah satu teknik pemodulasian sinyal dimana besar duty cycle dapat diubah ubah. Ada beberapateknik untuk membangkitkan sinyal PWM. Tetapi secara garis besar terbagi menjadi 2 cara, yaitu: pembangkitan sinyal dengan rangkaian analog dan dengan kontrol digital atau dengan mikrokontroler. Secara analog, pembangkitan sinyal PWM dengan cara membandingkan sebuah sinyal segitiga atau gergaji dengan tegangan refferensi seperti yang terlihat pada Gambar 2.12. Gelombang segitiga atau gigi gergaji sebagai frekuensi pembawa juga merupakan frekuensi sinyal keluaran PWM. Sedangkan tegangan referensi adalah tegangan yang menentukan besarnya duty cycle dari keluaran sinyal PWM[5].



Gambar 2.12 Pembangkitan Sinyal PWM Dengan Rangkaian Analog

Cara kerja dari komparator analog ini adalah membandingkan gelombang tegangan referensi seperti yang terlihat pada gambar. Saat nilai tegangan lebih tinggi daripada tegangan pada gigi gergaji maka keluaran dari komparator akan bernilai high atau saturasi mendekati Vcc. Namun, saat tegangan tegangan referensi bernilai lebih kecil, maka keluaran dari komparator akan bernilai low. Prinsip inilah yang digunakan sebagai acuan untuk mengubah duty cycle dari suatu sinyal.

Teknik pembangkitan sinyal PWM yang lainnya dengan menggunakan rangkaian digital. Misalnya mikrokontroler. Pembangkitan sinyal PWM pada mikrokontroler prinsipnya hampir sama pembangkitan sinyal PWM secara analog. Yaitu membanding, jika

pada rangkaian analog yang dibandingkan adalah tegangan pada suatu sinyal, pada mikrokontroler yang dibandingkan adalah variable.

2.7 Hall Effect Sensor

Sensor adalah peralatan yang digunakan untuk merubah suatu bentuk besaran fisik menjadi suatu bentuk besaran listrik sehingga dapat dianalisa menggunakan rangkainya listrik tertentu.

Salah satu sensor arus yang dapat digunakan adalah sensor efek hall. Untuk mengukur arus bisa digunakan trafo arus atau sensor efek hall. Sensor efek hall dapat digunakan untuk menyensor arus karena sensor efek hall merespon medan magnet, sedangkan medan magnet yang ditimbulkan arus selalu sebanding dengan besar arusnya. Ini membuat sensor efek hall baik digunakan sebagai sensor arus.

Sensor arus dengan prinsip efek hall dapat mengukur arus dengan sangat tepat. Di samping itu sensor medan magnet ini dapat dimanfaatkan dalam banyak keperluan, karena medan magnet dapat direspon dalam range frekuensi yang cukup besar. Semuanya tergantung dari kualitas penguatan sinyalnya.

Hall effect sensor yang diaplikasikan untuk mengukur arus listrik. Ampere meter saat ini penggunaannya dipasang secara seri dengan memutuskan kabel yang ada pada rangkaian atau menggunakan tang Ampere. Oleh karena itu dilakukan penelitian untuk mengukur arus listrik menggunakan hall effect sensor dengan metode mendeteksi besarnya medan magnet pada suatu kabel yang dialiri arus listrik. Jadi untuk mengukur arus, hall effect sensor hanya didekatkan pada kabel yang akan diukur.

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

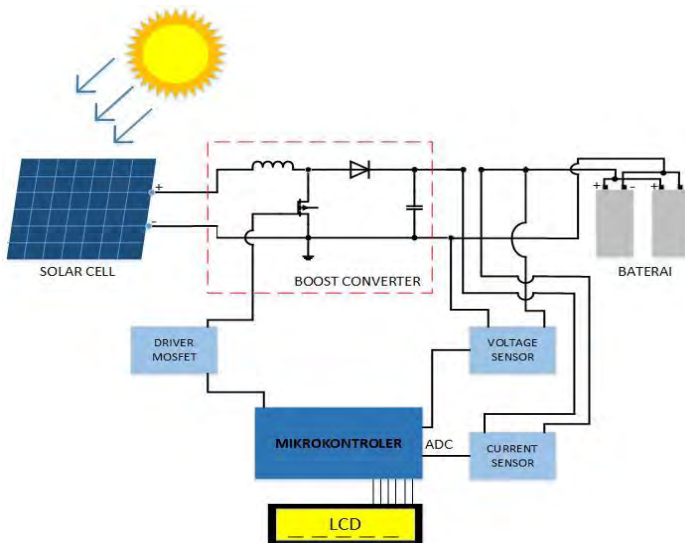
BAB III

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

Pada Bab ini akan dijelaskan mengenai perancangan dan pembuatan Rancang Bangun Kontroler Baterai Charger Untuk *Solar cell* meliputi Blok fungsional sistem yang akan menjelaskan proses kerja alat dalam bentuk alur diagram, perancangan mekanik yang membahas tentang desain dan pembuatan mekanik yang mendukung cara kerja alat, perancangan electric yang membahas perancangan rangkaian elektrik sebagai rangkaian kontrol dan rangkaian pendukung alat, dan perancangan perangkat lunak (*software*).

3.1 Blok Fungsional Sistem

Blok fungsional sistem berfungsi untuk meringkas sistem kerja alat. Pada Sub bab Blok fungsional sistem dibahas tentang keseluruhan sistem kerja rancang bangun kontroler baterai charger untuk *solar cell* dalam bentuk alur diagram. Blok fungsional sistem berfungsi untuk meringkas sistem kerja alat.



Gambar 3.1 Blok Fungsional Sistem

Pada Gambar 3.1 adalah blok fungsional sistem rancang bangun kontroler baterai charger untuk *solar cell*. Tujuan utama dari tugas akhir ini adalah mengisi daya pada baterai. Sumber tegangan pada proyek ini berasal dari *solar cell* yang permukaannya terkena cahaya matahari. Cahaya matahari lalu dikonversi menjadi tegangan dan arus. Tegangan inilah yang akan mensupply daya pada baterai. Permasalahannya adalah, cahaya matahari yang mengenai permukaan *solar cell* tidak sama besar setiap waktunya, atau tidak stabil jadi hasil tegangan *output* juga tidak stabil. Tegangan yang tidak stabil akan memperpendek umur baterai, oleh karena itu digunakan rangkaian *boost converter* yang berfungsi untuk menstabilkan tegangan *output* yang dihasilkan *solar cell* sebelum sampai ke baterai. Dan tegangan yang akan mensupply baterai dikontrol oleh sensor tegangan dan mikrokontroler. Serta arus yang dihasilkan oleh *solar cell* dan mengalir ke sistem *boost converter* diukur melalui sensor arus yang kemudian ditampilkan pada arus meter dengan mikrokontroler.

3.2 Perancangan Mekanik

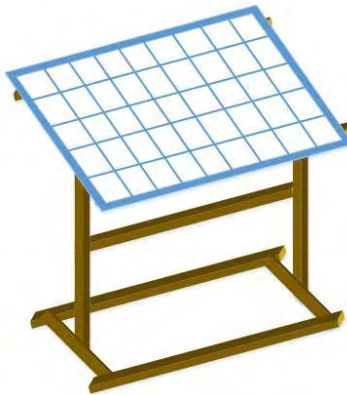
Dalam sub bab perancangan mekanik, akan dibahas mengenai perancangan mekanik dari alat Rancang Bangun Kontroler Baterai Charger untuk *solar cell*. Perancangan mekanik berupa perancangan perangkat keras yang mendukung seluruh perancangan dan pembuatan alat. Perancangan mekanik yang akan dibahas meliputi tiang penyanggah *solar cell* yang digunakan sebagai tempat penyanggah, dan *box control* yang digunakan sebagai box tempat rangkaian kontrol rancang bangun kontroler baterai charger untuk *solar cell*.

3.2.1 Perancangan Tiang Penyanggah *Solar cell*

Tiang penyanggah *solar cell* adalah salah satu komponen penting dalam alat ini karena, *solar cell* memanfaatkan cahaya matahari yang kemudian di konversi dalam bentuk listrik. Oleh karena itu, intensitas cahaya matahari yang mengenai *solar cell* harus *continue*. Untuk itu, tiang penyanggah *solar cell* ini dibuat miring sebesar 60^0 agar *solar cell* mendapat cahaya matahari terus menerus. Tiang penyanggah *solar cell* ini diletakkan dengan cara sudut kemiringannya sejajar dengan arah terbitnya matahari. Hal ini dilakukan agar permukaan *solar cell* terkena sinar matahari baik ketika matahari terbit dari arah barat sampai matahari terbenam di arah timur.



Gambar 3.2 Desain Tiang penyanggah *Solar cell* tampak Samping

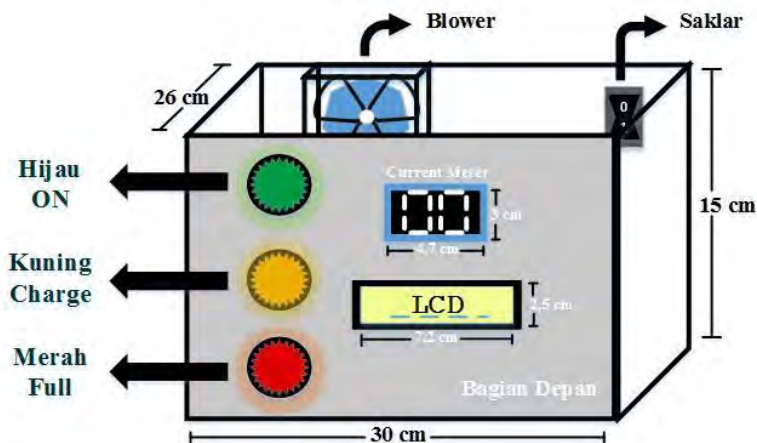


Gambar 3.3 Desain Tiang Penyanggah *Solar cell* Tampak Depan

Tiang penyanggah *solar cell* terbuat dari aluminium holo yang didesain seperti gambar diatas. Ukutan aluminium holo pada dasar tiang berukuran 1,2cm x 2,5 cm dengan panjang 100cm didesain seperti pada gambar. Pada tiang berdirinya digunakan aluminium holo berukuran 2,5cm x 5cm dengan tinggi 50cm

3.2.2 Perancangan *Box Control*

Box control berisi rangkaian elektrik meliputi rangkaian *boost converter*, rangkaian sensor tegangan, rangkaian sensor arus, rangkaian *driver relay* dan indikator lampu yang menunjukkan kondisi alat. Pada perancangan *box control* bagian depan terdapat beberapa indikator seperti lampu, LCD dan seven segmen yang akan menunjukkan kondisi alat rancang bangun kontroler baterai charger untuk *solar cell*. Berikut ini adalah gambar desain dari *box control*:



Gambar 3.4 Desain *Box Control*

Box control terbuat dari *acrylic* dengan tebal 3mm dan disusun kubus dengan ukuran 30cm x 15cm x 26cm. dibagian depan terdapat lampu indikator:

1. Ketika lampu hijau menyala, sistem sedang bekerja (*ON*)
2. Ketika lampu kuning menyala, berarti terjadi proses *charging* pada baterai
3. Ketika lampu merah menyala berarti baterai telah terisi penuh
4. Ketika LED hijau menyala, artinya tegangan yang masuk ke system *boost converter* kurang dari 16 volt, proses *charging* berhenti.

5. Ketika LED merah menyala, artinya tegangan yang masuk ke *boost converter* lebih dari 21 volt, proses *charging* akan berhenti.

Pada *box control* juga dipasang LCD berukuran 2x16 yang berfungsi untuk informasi tegangan pada proses pengisian baterai, dan lain lain. Juga terpasang seven segmen yang berfungsi sebagai battery meter untuk informasi arus yang telah terisi ke dalam baterai.

3.3 Perancangan Elektrik

Pada Bab perancangan elektrik dibahas tentang rangkaian elektrik beserta komponen komponen pendukungnya Sehingga Rancang Bangun Kontroler Baterai *Charger* dapat berfungsi dengan benar. Pembahasan bab ini meliputi *solar cell*, mikrokontroler, *boost converter*, sensor tegangan, sensor arus, dan driver relay.

3.3.1 Perancangan *Solar cell*

Pada Tugas Akhir ini, *solar cell* berperan sangat penting yaitu sebagai sumber tegangan pada pengoperasian sistem. Oleh karena itu, pemilihan *solar cell* harus diperhatikan. Ada beberapa jenis *solar cell* dengan masing masing keunggulannya. Dalam alat rancang bangun kontroler baterai *charger* untuk *solar cell*, digunakan panel surya dengan jenis material monocrystalline yang melapisi bagian permukaannya. Gambar 3.5 adalah gambar *solar cell* yang digunakan untuk alat Rancang Bangun Baterai *Charger Untuk Solar Cell*.



Gambar 3.5 *Solar cell*

Solar cell yang digunakan adalah SPR 327NE-WHT-D, dengan spesifikasi sebagai berikut:

Tabel 3.1 Data Listrik *Solar cell*

DATA LISTRIK <i>Silicon Solar Pv Module</i>	
P_M	80 Watt
V_{OC}	21.1 Volt
I_{SC}	5.66 Ampere
V_{MP}	17 Volt
I_{MP}	4.7 Ampere
<i>Max Sistem Voltage</i>	1000 Volt
<i>Dimension</i>	1025 x 680 x 35 mm
<i>TEST CONDITION</i>	AM 1.5 1000 W/m ² 25 ⁰ C


3.3.2 Perancangan Beban

Pada proyek akhir dengan judul Rancang Bangun Kontroler Baterai Chager unuk Solar Cell, digunakan beban dua buah baterai yang disusun seri. Kedua buah baterai ini disusun seri agar nilai arus yang masuk kedalam baterai sama besar sehingga dapat mengisi daya pada baterai. Baterai yang digunakan adalah baterai mottobatt seperti Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Baterai yang Digunakan Sebagai Beban

Gambar 3.6 adalah baterai yang digunakan sebagai beban dalam proyek Rancang Bangun kontroler Baterai Charger Untuk Solar Cell. Spesifikasi baterai yang digunakan ditunjukkan dengan Gambar 3.7.

Model : MTX9	
Voltage	12V
Capacity	9Ah
Reference CCA (-18°C)	125A
Dimension (mm)	L:137 W:76 H:133
Polar	
Replace Yuasa	12N7-4A 12N9-4B-1 YB7-A YB9-B

Gambar 3.7 Spesifikasi Baterai

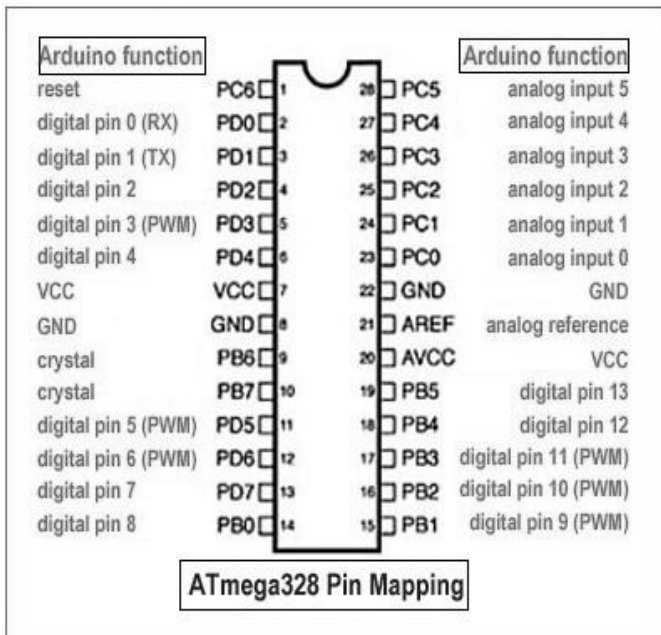
3.3.3 Perancangan Mikrokontroler

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai mikrokontroler yang digunakan pada Tugas Akhir dengan judul Rancang Bangun Kontroler Baterai Charger Untuk Solar Cell. Mikrokontroler digunakan sebagai pusat kontrol dari proyek ini, semua perintah dan pekerjaan yang dilakukan dirancang pada perancangan perangkat lunak melalui mikrokontroler. Ada beberapa jenis mikrokontroler yang dapat digunakan, ada yang berupa sebuah modul, ada pula yang berupa sebuah IC atau chip yang dirangkai bersama beberapa rangkaian elektrik. Mikrokontroler yang digunakan adalah modul Arduino Uno. Arduino Uno adalah sebuah board mikrokontroler yang didasarkan pada ATmega 328. Arduino Uno mempunyai 14 pin digital input/output, 6 input analog, sebuah osilator Kristal 16MHz, sebuah koneksi USB, sebuah power jack, sebuah ICPS header dan sebuah tombol reset. Arduino Uno memiliki spesifikasi sebagai berikut:

Mikrokontroler	ATmega328
Tegangan Pengoperasian	5 Volt
Tegangan <i>input</i> yang disarankan	7 – 12 Volt
Batas tegangan <i>Input</i>	6 – 20 Volt
Jumlah pin I/O <i>digital</i>	14 (6 diantaranya menyediakan keluaran PWM)

Jumlah Pin <i>Input Analog</i>	6
Arus DC tiap pin I/O	40mA
Arus DC untuk pin 3.3 V	50mA
Memori <i>Flash</i>	32 KB (ATmega328), sekitar 0,5 KB digunakan oleh bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Clock Speed	16 MHz

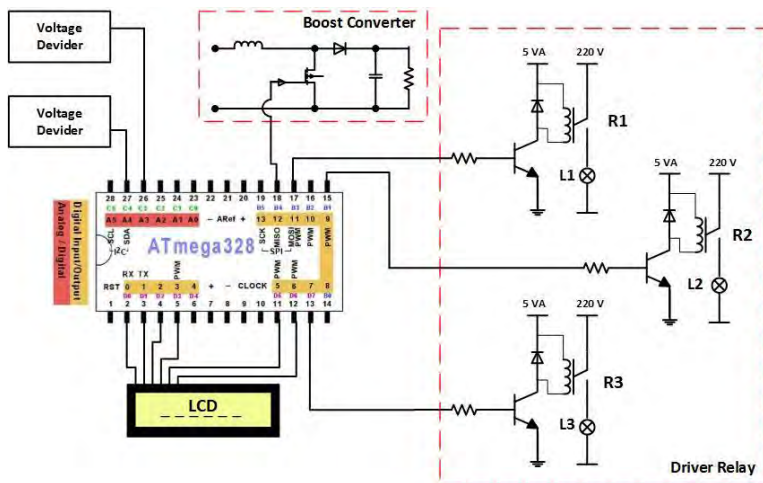
Gambar 3.8 adalah gambar konfigurasi pin ATmega 328 pada fungsi Arduino.



Gambar 3.8 Konfigurasi Pin ATmega 328

Gambar 3.9 adalah gambar skematik mikrokontroler yang digunakan pada Rancang Bangun Kontroler Baterai *Charger Untuk Solar Cell*. Pin I/O digital input disambungkan pada LCD, *boost*

converter, serta driver relay. LCD disambungkan pada pin nomor 8 – 13, sedangkan *boost converter* disambungkan pada pin 3 untuk membangkitkan PWM, dan Driver Relay disambungkan pada 3 pin I/O digital masing masing untuk R1 disambungkan pada pin Nomor 4, R2 pada pin nomor 5, dan R3 pada pin nomor 6. Pada pin Input Analog disambungkan untuk dua sensor, yaitu sensor arus dan sensor tegangan yang masing masing sensor arus pada pin nomor A2, dan sensor tegangan pada pin nomor A0. Masing masing pin yang telah disambungkan pada masing masing komponen nantinya akan diprogram sesuai dengan hasil yang diinginkan.



Gambar 3.9 Skematik Mikrokontroler

3.3.4 Perancangan *Boost converter*

Boost converter merupakan salah satu tipe dari DC-DC Konverter yang berfungsi untuk menurunkan tegangan melalui sudut penyalan mosfet dengan menggunakan Pulse Width Modulation (PWM). PWM atau Pulse Width Modulation dapat dibangkitkan melalui rangkaian pembangkit PWM Analog atau melalui mikrokontroler. Pada alat Rancang Bangun Kontroler Baterai Charger Untuk Solar Cell PWM dibangkitkan melalui Arduino dengan memanfaatkan fasilitas pembangkit PWM pada modul Arduino.

Penggunaan boost converter pada alat ini digunakan untuk menstabilkan tegangan output yang dihasilkan dari solar cell untuk proses charging baterai. Tegangan rata rata yang dihasilkan dari solar cell adalah 19,15 volt dan arusnya 3,1 ampere. Tegangan yang dihasilkan solar cell diregulasi sehingga menghasilkan tegangan stabil yang dapat mencharging baterai sebesar 27 volt.

Tujuan lain dari penggunaan boost converter adalah karena tegangan yang dihasilkan dari solar cell bersifat fluktuatif (berubah ubah) sesuai dengan intensitas cahaya yang terkena pada solar cell.

Dalam perancangan boost converter akan di jelaskan mengenai perhitungan boost converter, simulasi boost converter, dan pembuatan induktor. Pada sub bab ini akan dijelaskan pembuatan boost converter mulai dari penrhitungan boost converter, dan simulasi boost converter, pembuatan induktor, dan perangkaian boost converter.

3.3.4.1 Perhitungan *Boost Converter*

Tabel 3.2 Parameter Perhitungan *Boost converter*

Vin (rata – rata tegangan yang dihasilkan <i>solar cell</i>)	19,15
Vout (tegangan yang dibutuhkan untung mencharge baterai)	27,2
<i>Ripple</i> Tegangan <i>Output</i>	3%
<i>Ripple</i> Arus Induktor	10%
Iout	1A
Rbeban	27,2 Ω

Tabel 3.2 digunakan sebagai parameter untuk pembuatan rangkaian *boost converter* digunakan sebagai acuan untuk membuat *boost converter* yang baik agar dapat menentukan nilai komponen yang tepat sehingga output tegangan yang dihasilkan baik, penggunaan komponen yang kurang tepat akan menghasilkan tegangan yang kurangf baik. Maka dari itu diperlukan parameter- parameter yang digunakan sebagai acuan untuk menghitung nilai komponen komponen seperti nilai kapasitor, nilai induktor, dan lain lain seperti perhitungan dibawah ini:

Perhitungan dari *boost converter* adalah:

- 1) Menentukan *Duty cycle* :

$$\frac{V_o}{V_i} = \frac{1}{1 - D}$$

$$\begin{aligned}\frac{27,2}{19,15} &= \frac{1}{1-D} \\ 27,2 - 27,2 D &= 19,15 \\ 27,2 - 19,15 &= 27,2 D \\ 8,05 &= 27,2 D \\ D &= 0,3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta I_{Lpp} &= 0,1 \times I_L \\ I_L &= I_{Output} = 1 A \\ \Delta I_{Lpp} &= 0,1 A\end{aligned}$$

- 2) Frekuensi = 32 KHZ

$$\begin{aligned}D &= \frac{T_{ON}}{T_{SW}} \\ T_{ON} &= D \times T_{SW} \\ &= 0,3 \times \frac{1}{32000} Hz \\ T_{ON} &= 9,375 \times 10^{-6} S\end{aligned}$$

- 3) Menentukan Induktansi

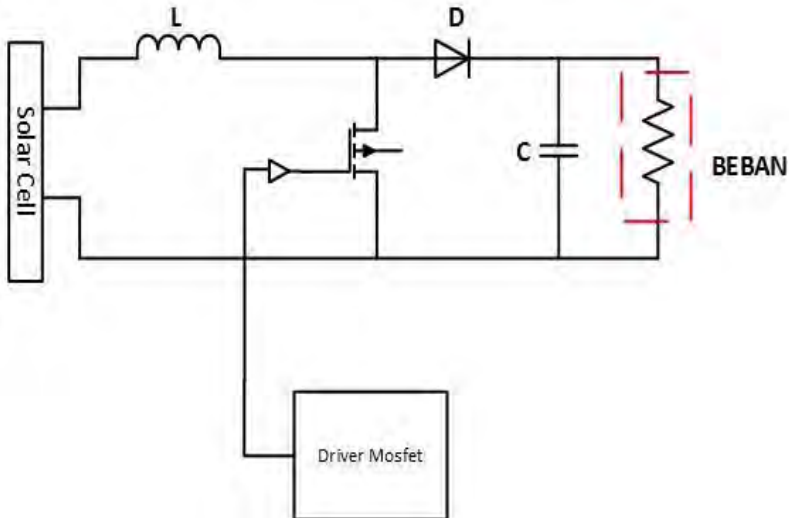
$$\begin{aligned}L &= \frac{V_i \times T_{ON}}{\Delta I_{Lpp}} \\ &= \frac{19,15 \times 9,375 \times 10^{-6}}{0,1} \\ L &= 1,795 mH\end{aligned}$$

- 4) Menentukan Kapasitansi

$$\begin{aligned}C &= \frac{V_o \times T_{ON}}{\Delta V_{C_{pp}} \times R} \\ &= \frac{27,2 \times 9,375 \times 10^{-6}}{0,03 \times 27,2 \times 27,2} \\ C &= 14,07 \mu F\end{aligned}$$

Dari perhitungan *boost converter* didapatkan nilai nilai komponen yaitu nilai duty cycle 0,3, nilai induktor 1,795 miliHenry dan kapasitor

14,07 mikroFarad. Dari data yang telah dihitung dapat dibuat rangkaian *boost converter* seperti ini:



Gambar 3.10 Rangkaian *Boost Converter*

Pada Gambar 3.10 adalah gambar rangkaian *boost converter* dengan data:

- Sumber Tegangan (*Solar cell*) = 19,15 Volt
- Induktor (L) = 1,795 mH
- Kapasitor (C) = 14,07 mikroFarad
- Mosfet yang digunakan adalah IRP 460
- R BEBAN = 27,2 Ω

3.3.4.2 Perancangan Induktor

Pada perancangan boost converter, induktor berfungsi untuk menyimpan energi listrik. energi listrik ini nantinya akan disalurkan ke beban. Tegangan pada beban adalah hasil dari tegangan masukan ditambah dengan energi yang tersimpan pada induktor, sehingga tegangan keluaran boost converter menjadi lebih besar

dari pada tegangan masukannya. Agar nilai induktor sesuai dengan perhitungan, maka induktor dapat dibuat sendiri dengan cara melilitkan

kawat pada inti toroid. Untuk menentukan jumlah lilitan, dapat menggunakan Software Inductor Winding.

PRINT

ELECTRICAL

MECHANICAL

DC PERM

AC PERM

INDUCTANCE

LOSS

T RISE

RESONANT CONVERTER INDUCTOR ANALYSIS

Mon May 04 21:27:33 2015

CORE PART NUMBER

T225-60

X

1

NUMBER IN STACK

WIRE GAGE

26 AWG

X

1

STRANDS

NUMBER OF TURNS

151

PEAK CURRENT

2.00

AMPERES

PEAK VOLTAGE

40.00

VOLTS

FREQUENCY

32

k HERTZ

AMBIENT TEMPERATURE

90.0

DEGREES C

OK

INDUCTANCE

1.79 m

Henry

CORE AL VALUE

67

nH

DC RESISTANCE

1.32

OHMS

CORE LOSS

44.0

W

AC RESISTANCE

1.33

OHMS

COPPER LOSS

2.67

W

RIPPLE CURRENT

AMPS p-p

BUILD

0.018

in.

DC BIAS

OES

SURFACE AREA

80.0

Sq cm

AC FLUX DENSITY

1425

GAUSS

TEMP RISE @ 0 HRS

201.3

DEG C

PERCENT PERM

117

PCT

Gambar 3.11 Software Inductor Winding

Gambar 3.11 adalah gambar *Software Inductor Winding* yang akan memudahkan untuk membuat induktor yang diinginkan. Yang perlu diketahui adalah spesifikasi inti toroid dan berapa henry yang dibutuhkan. Seperti pada Tugas Akhir ini digunakan inti toroid dengan spesifikasi seperti pada gambar 3.12

Kool Mμ Permeability (μ)	A _L (nH/T ²)	Core Marking			Coating Color
		Lot Number	Part Number	Inductance Grade	
60	135 ± 8%	XXXXXX	77439A7	N/A	Black

Dimensions	Uncoated		Coated Limits			Packaging Cardboard cut-outs Box Qty= 105 pcs
	(mm)	(in)	(mm)	(in)		
OD (A)	46.70	1.840	47.63	1.875	max	
ID (B)	24.1	0.950	23.3	0.918	min	
HT (C)	18.0	0.710	19.0	0.745	max	

Gambar 1.2 Spesifikasi Inti Toroid

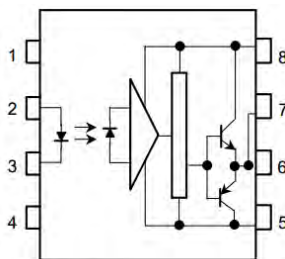
Dari hasil perhitungan Software Inductor Winding, didapatkan hasil 154 lilitan yang dililitkan pada inti toroid dengan spesifikasi pada gambar 3.12, induktor yang telah dililitkan, didapatkan nilai induktansi 1,795 mH seperti yang diharapkan pada algoritma perhitungan nilai komponen pada boost converter.

3.3.5 Perancangan *Driver Mosfet*

Driver Mosfet adalah rangkaian yang berfungsi untuk membatasi Arduino dan gate mosfet pada *boost converter* dan Arduino secara langsung. Rangkaian ini dibuat untuk melindungi mikrokontroler. Apabila terjadi kesalahan pada *boost converter*, mikrokontroler tidak berpengaruh.

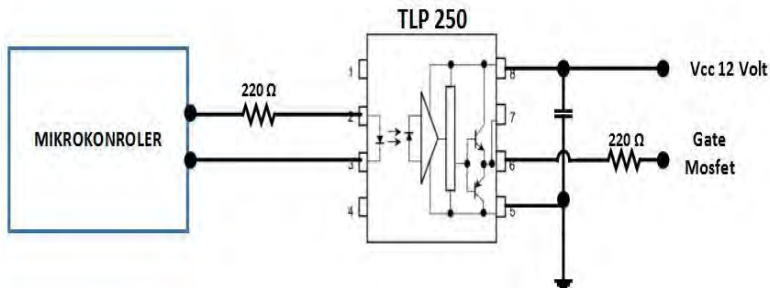
Driver Mosfet yang digunakan pada proyek Rancang Bangun Kontroler Baterai *Charger Untuk Solar Cell* adalah komponen TLP 250. Konfigurasi pin pada TLP 250 dapat dilihat pada Gambar 3,13. Spesifikasi TLP 250 adalah sebagai berikut:

- *Input threshold current*: $I_F=5\text{mA}(\text{max.})$
- *Supply current* (ICC): $11\text{mA}(\text{max.})$
- *Supply voltage* (VCC): 10–35V
- *Output current* (IO): $\pm 1.5\text{A}(\text{max.})$
- *Switching time* (t_{pLH}/t_{pHL}): $1.5\mu\text{s}(\text{max.})$
- *Isolation voltage*: $2500\text{Vrms}(\text{min.})$



- 1 : N.C.
- 2 : Anode
- 3 : Cathode
- 4 : N.C.
- 5 : GND
- 6 : V_O (Output)
- 7 : V_O
- 8 : V_{CC}

Gambar 2.13 Konfigurasi Pin TLP 250



Gambar 3.14 Rangkaian *Driver Mosfet*

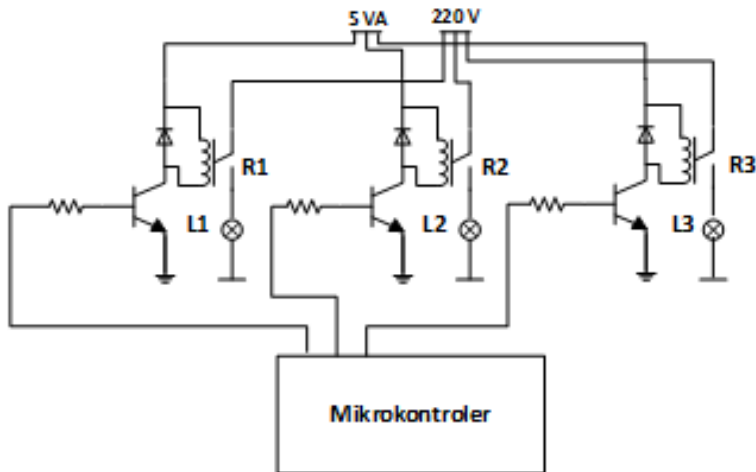
Gambar 3.13 adalah gambar konfigurasi pin pada komponen TLP250. Pin-pin tersebut dirangkai menjadi rangkaian driver mosfet seperti pada Gambar 3.14. Pin 2 disambungkan dengan mikrokontroler untuk dibangkitkan sinyal PWM, pin 3 disambungkan pada ground mikrokontroler, pin 6 disambungkan pada gate Mosfet *boost converter*, dan pin 8 disambungkan pada V_{cc} 12 volt.

3.3.6 Perancangan *Driver Relay*

Relay merupakan komponen yang digunakan sebagai pemutus dalam suatu rangkaian. Pada Tugas Khir ini menggunakan relay dengan karakteristik tegangan koil sebesar 5 volt. Relay yang akan digunakan dalam alat ini digunakan untuk saklar pada lampu indikator. Driver relay ini dihubungkan pada mikrokontroler yang akan memberikan perintah untuk memutuskan atau menyambungkan relay. Terdapat tiga buah lampu indikator, yaitu:

- Ketika lampu hijau menyala, sistem sedang bekerja (ON)
- Ketika lampu kuning menyala, berarti terjadi proses charging pada baterai
- Ketika lampu merah menyala berarti baterai yang discharge sudah penuh

Relay yang digunakan pada driver relay ini ada 3 buah yang masing masing dihubungkan dengan lampu indikator yang sesuai dengan fungsinya. Rangkaian untuk *driver relay* dapat dilihat pada Gambar 3.15.

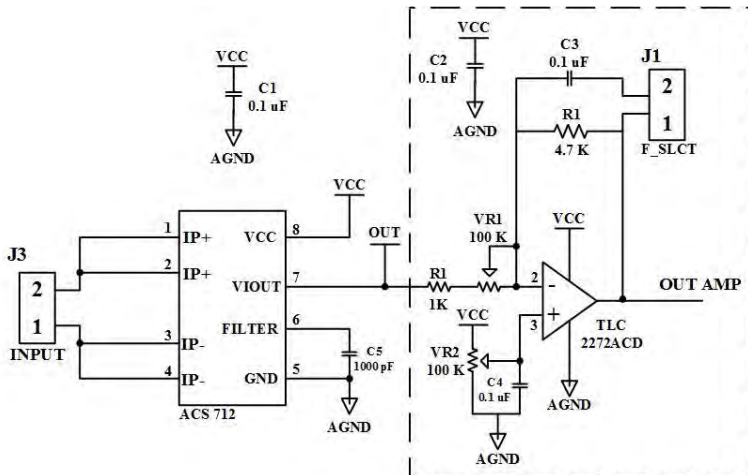


Gambar 3.15 Skematik Rangkaian *Driver Relay*

3.3.7 Perancangan Sensor Arus

Sensor arus yang digunakan dalam Tugas Akhir dengan judul Rancang Bangun Kontroler Baterai *Charger Untuk Solar Cell* adalah DT-Sense Current Sensor. DT-Sense Current Sensor adalah sensor arus yang dapat mengukur arus AC maupun DC. Dalam komponen DT-Sense Current Sensor dilengkapi dengan Op-Amp yang dapat mengukur arus yang sangat kecil. Spesifikasi DT- Sense Current Sensor yaitu sebagai berikut:

- *Rise time output* = 5 μ s.
- *Bandwidth* sampai dengan 80 kHz.
- Total kesalahan *output* 1,5% pada suhu kerja $T_A = 25^\circ\text{C}$.
- Tahanan konduktor *internal* 1,2 m Ω .
- Tegangan isolasi minimum 2,1 kV_{RMS} antara pin 1-4 dan pin 5-8.
- *Sensitivitas output* 185 mV/A.
- Mampu mengukur arus AC atau DC hingga 5 A.
- Tegangan *output* proporsional terhadap *input* arus AC atau DC.
- Tegangan kerja 5 VDC.
- Dilengkapi dengan OpAmp untuk menambah sensitivitas *output* (untuk tipe With OpAmp).



Gambar Error! No text of specified style in document..1 Rangkaian Sensor Arus

Gambar 3.16 adalah rangkaian sensor arus menggunakan DT-Sense Current Sensor. Input dari sensor arus adalah arus yang berasal dari *boost converter*. Sensor arus ini digunakan untuk mengukur besarnya arus yang mengalir pada rangkaian *boost converter*.

3.3.8 Perancangan Sensor Tegangan

Untuk pembuatan sensor tegangan digunakan rangkaian pembagi tegangan. Pada rangkaian pembagi tegangan terdapat dua buah resistor yang berbeda nilainya, kedua resistor ini digunakan untuk membandingkan tegangan yang mengalir di kedua buah resistor. Pada rangkaian pembagi tegangan digunakan rumus:

$$V_{out} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \times V_{in}$$

Rangkaian pembagi tegangan berfungsi sebagai konversi tegangan. Tegangan output dari sistem *boost converter* adalah 0 sampai 28 Volt, sedangkan tegangan yang diinputkan pada mikrokontroler adalah hanya 0 sampai 5 Volt. Oleh karena itu dibutuhkan rangkaian pembagi tegangan agar tegangan yang masuk ke mikro kontroler sesuai dengan kriteria pada komponen mikro kontroler.

$$V_{out} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \times V_{in}$$

Misalkan $R_2 = 10 \text{ k}\Omega$

$V_{out} = 5 \text{ Volt}$ (V mikrokontroler)

$V_{in} = 28 \text{ Volt}$ (V_{output} dari *Boost converter*)

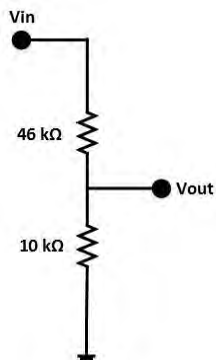
$$5 = \frac{10}{R_1 + 10} \times 28$$

$$280 = 5 R_1 + 50$$

$$230 = 5 R_1$$

$$R_1 = 46 \text{ k}\Omega$$

Jadi dalam rangkaian voltage divider sebagai sensor tegangan digunakan dua resistor yaitu resistor 1 $10 \text{ k}\Omega$ dan resistor 2 adalah $46 \text{ k}\Omega$. maka rangkaian untuk sensor tegangan adalah rangkaian voltage divider, rangkaianannya ditunjukkan pada Gambar 3.17.



Gambar 3.17 Rangkaian Pembagi Tegangan

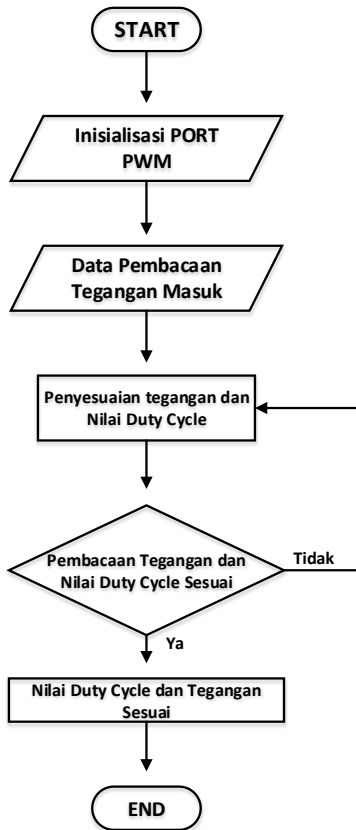
3.4 Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)

Pada Bab perancangan perangkat lunak akan dijeaskan mengenai software yang digunakan dalam pengerjaan Tugas Akhir dengan judul Rancang Bangun Kontroler baterai *Charger* Untuk *Solar cell*. Pada pengerjaan Tugas Akhir ini digunakan software Arduino sesuai dengan komponen yang kami gunakan adalah Arduino Uno. Pada software Arduino, ada beberapa variable yang digunakan. Pada bab ini akan

dibahas program untuk membangkitkan PWM, program pada voltage divider, dan program kalibrasi current sensor.

3.4.1 Program Pembangkitan PWM pada Mikrokontroler

Pada Tugas Akhir dengan judul Rancang Bangun Kontroler Baterai *Charger* untuk *Solar Cell*, digunakan pembangkitan PWM dengan metode digital atau dengan menggunakan mikrokontroler. Flowchart untuk program pembangkitan PWM pada Arduino adalah seperti pada gambar berikut.



Gambar Error! No text of specified style in document..2 *Flowchart*
Pembangkitan PWM

Pada Gambar 3.18 di atas dapat dilihat perancangan flow chart untuk proses Pembangkitan PWM pada Arduino. Untuk urutan cara kerja flow chart adalah sebagai berikut:

1. *Start* adalah ketika program dimulai.
2. Arduino akan menyesuaikan pada *port* mana PWM akan dibangkitkan. Hal ini dikarenakan pada Arduino ada beberapa port yang fungsinya sebagai *port* pembangkitan PWM, tetapi frekuensinya berbeda – beda.
3. Tegangan yang masuk pada Arduino, akan disesuaikan dengan *duty cycle*, jika nilai tegangan sudah sesuai dengan *duty cycle*, maka PWM siap dibangkitkan.
4. Apabila tegangan belum sesuai dengan *duty cycle*, maka akan kembali ke sistem awal dimana Arduino akan menyesuaikan tegangan dengan *duty cycle*.

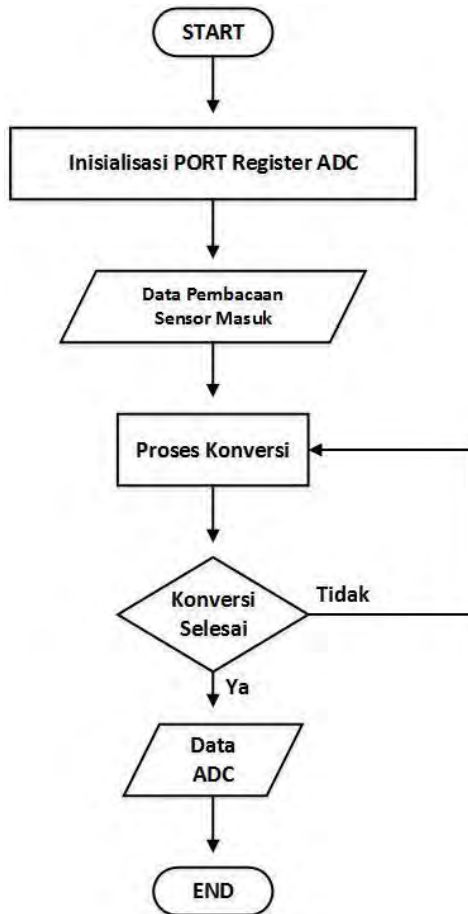


Gambar Error! No text of specified style in document..3 Program
Pembangkitan PWM Pada Mikrokontroler

Gambar 3.19 adalah gambar program pembangkitan PWM pada software Arduino, ada beberapa variabel yang digunakan dalam pembangkitan PWM pada Arduino misalnya OCR2A, adalah setting timer 2 untuk pin 11, sedangkan OCR2B adalah setting timer untuk pin 12. Untuk pembangkitan sinyal PWM pada Arduino digunakan fasilitas Analog Write yang terdapat di dalam Arduino. Rumus yang digunakan adalah (clock frequency / (devisi ratio x 510))

3.4.2 Perancangan Program Sensor Tegangan

Sensor tegangan pada Rancang bangun Kontroler Baterai *Charger* untuk *Solar cell* digunakan rangkaian voltage divider. Agar rangkaian voltage divider ini dapat digunakan sebagai sensor tegangan, dibutuhkan program yang sesuai untuk rangkaian ini. Berikut adalah flowchart untuk program pada sensor tegangan.



Gambar 3.20 *Flowchart* Sensor Tegangan

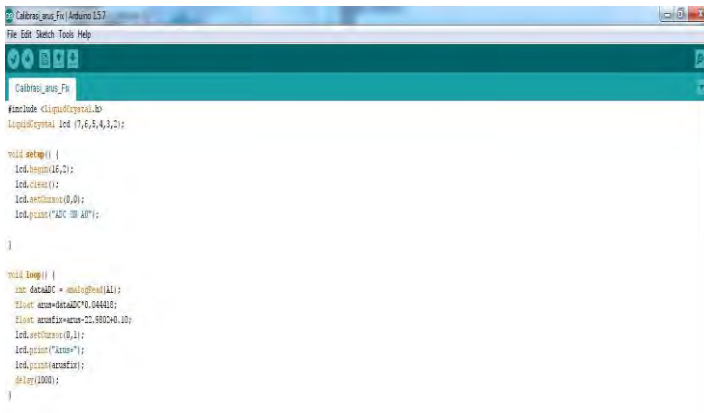
Sensor arus yang digunakan pada Tugas Akhir dengan judul Rancang Bangun.Kontroler Baterai *Charger* Untuk *Solar Cell* adalah DT-Sense Current Sensor. DT-Sense Current Sensor yang akan digunakan dikalibrasikan dengan menggunakan program. Flowchart untuk mengkalibrasi sensor arus adalah sebagai berikut:



Gambar 2.2 Flowchart Kalibrasi Sensor Arus

Pada Gambar 3.22 di atas dapat dilihat perancangan flow chart untuk proses pembacaan tegangan melalui sensor tegangan (voltage divider) pada Arduino. Untuk urutan cara kerja flow chart adalah sebagai berikut:

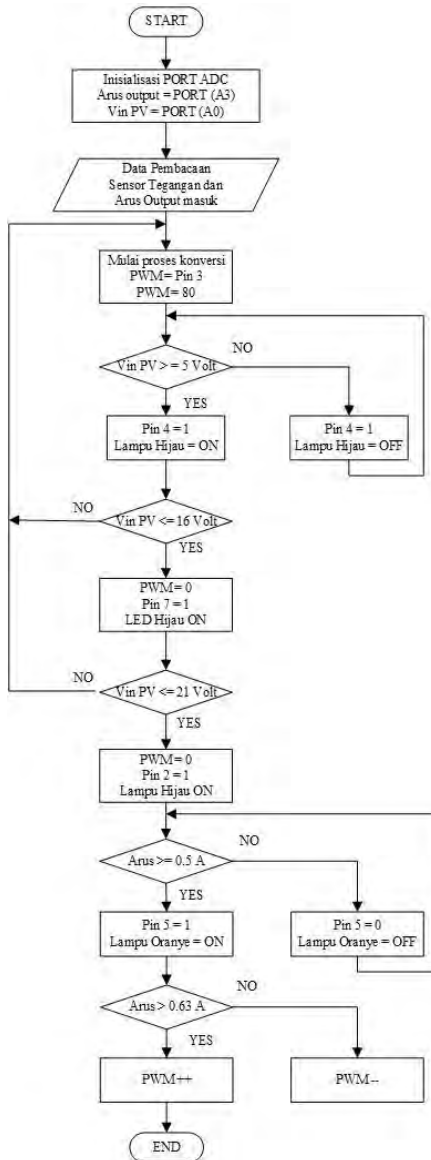
1. *Start* adalah ketika program dimulai.
2. Pada Arduino uno terdapat 5 buah pin ADC, kelima pin ADC ini memiliki karakteristik yang sama, jadi dapat dipilih pin mana yang digunakan untuk port sensor tegangan.
3. Data yang masuk pada Arduino berupa arus akan dibaca dan dikonversi oleh Arduino, apabila arus yang dikonversi sudah sesuai dengan yang seharusnya, maka data akan ditampilkan dalam bentuk digital.
4. Apabila arus belum sesuai dengan yang seharusnya, maka data akan diolah kembali hingga data sesuai dengan yang diinginkan.



Gambar 3.23 Program Kalibrasi Sensor Arus Dengan Mikrokontroler

3.4.4 Perancangan Program Keseluruhan

Pada proyek Tugas Akhir dengan judul Rancang Bangun Kontroler Baterai *Charger* untuk *Solar Cell* digunakan program untuk keseluruhan sistem. Program keseluruhan merupakan penggabungan dari semua komponen yang digunakan mulai dari pengukuran tegangan yang dihasilkan PV, penggunaan *boost converter*, hingga indikator yang digunakan untuk pengisian daya pada baterai.



Gambar 3.24 Flowchart Keseluruhan Sistem

Pada Gambar 3.24 merupakan flowchart untuk keseluruhan sistem Rancang Bangun Kontroler Baterai *Charger* Untuk *Solar Cell*. Urutan cara kerja program untuk keseluruhan sistem adalah sebagai berikut:

5. Start adalah ketika program dimulai.
6. Pada Arduino uno terdapat 5 buah pin ADC, kelima pin ADC ini memiliki karakteristik yang sama, jadi dapat dipilih pin mana yang digunakan untuk port sensor arus dan tegangan. Untuk sensor tegangan digunakan PORT A0 dan untuk sensor arus digunakan *Port A3*.
7. Mikrokontroler membaca berapa tegangan yang mengalir pada sistem.
8. Jika tegangan yang masuk pada sistem lebih dari 5 volt, maka lampu hijau menyala, sedangkan jika tegangan yang masuk ke sistem kurang dari 5 lampu hijau mati.
9. Jika tegangan kurang dari 16 volt, maka LED hijau akan menyala
10. Jika tegangan yang masuk ke system lebih dari 21 volt, maka LED merah menyala.
11. Jika arus yang mengalir lebih dari 0.63 Ampere, maka PWM akan bertambah. Jika arus yang mengalir kurang dari 0.63 PWM akan berkurang.
12. Tujuan program ini adalah menjaga nilai tegangan tetap pada *range* 16 – 21 Volt.

BAB IV

PENGUJIAN DAN ANALISA ALAT

Pada bab ini akan dibahas mengenai pengujian dan analisa data pengujian alat dari hasil rancang bangun kontroler baterai charging untuk *solar cell* yang telah dibuat. Pengujian alat ini ditujukan untuk memastikan agar peralatan yang dibuat dapat berfungsi dengan baik.

Pengujian dan pengukuran pada alat rancang bangun kontroler baterai charging untuk *solar cell* meliputi: pengujian *solar cell*, pengujian *boost converter* yang telah dirancang, pengujian sensor tegangan, pengujian sensor arus, dan pengujian driver relay. Setelah melakukan beberapa pengujian alat, data yang diperoleh akan dianalisa untuk mengetahui proses kerja dari seluruh sistem alat yang dibuat.

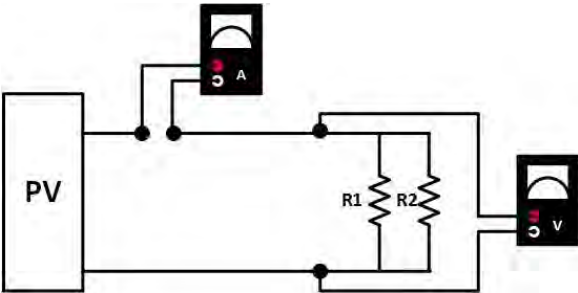
4.1 Pengujian *Solar cell*

Solar cell digunakan sebagai sumber tegangan yang memanfaatkan energi matahari. Sinar matahari yang mengenai permukaan *solar cell* menghasilkan tegangan output yang berbeda beda, oleh karena itu pengukuran diperlukan untuk mengambil data dari *solar cell* yang nantinya akan diketahui rata rata intensitas sinar matahari yang mengenai permukaan *solar cell*. Gambar 4.1 adalah realisasi tiang penyanggah *solar cell* dan *solar cell* yang terhubung dengan rangkaian beban untuk pengujian *solar cell*. Hasil pengukuran dapat dilihat pada Tabel 4.1 akan terlihat tegangan rata rata dan arus rata rata yang dihasilkan *solar cell*.



Gambar 4.1 Solar Cell Dan Tiang Penyanggah Solar Cell

Untuk mengukur nilai tegangan dan nilai arus yang dihasilkan *solar cell*, dilakukan pengujian sederhana dengan memberikan beban sesuai dengan nilai beban pada perhitungan pada *boost converter*. Beban yang diberikan berupa resistor yang disusun parallel, nilai dari beban resistor ini adalah $27,2\ \Omega$. Gambar 4.2 adalah rangkaian yang digunakan dalam pengujian *solar cell*.



Gambar 4.2 Rangkaian Beban Pengujian *Solar cell*

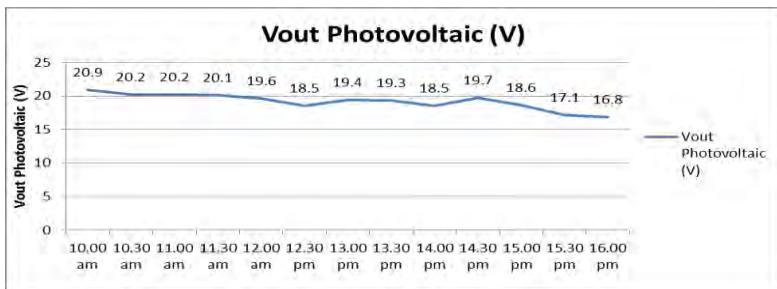
Setelah *solar cell* diberikan beban, avometer akan mengukur besarnya tegangan dan arus yang dihasilkan *solar cell*. Arus dan tegangan yang terukur dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari yang mengenai *solar cell*, semakin banyak cahaya matahari yang mengenai *solar cell*, maka tegangan yang dihasilkan akan semakin tinggi. Dan terjadi perubahan pada nilai arus dan tegangan yang dihasilkan *solar cell*, perubahan inilah yang dijadikan acuan untuk menentukan besarnya nilai tegangan rata – rata dan arus rata – rata yang dihasilkan *solar cell*. Tabel 4.1 adalah tabel data hasil pengukuran *solar cell* yang dicatat setiap 30menit sekali. Pengujian dilakukan pada tanggal 12-Mei-2015

Tabel 4.1 Hasil Pengukuran *Solar Cell*

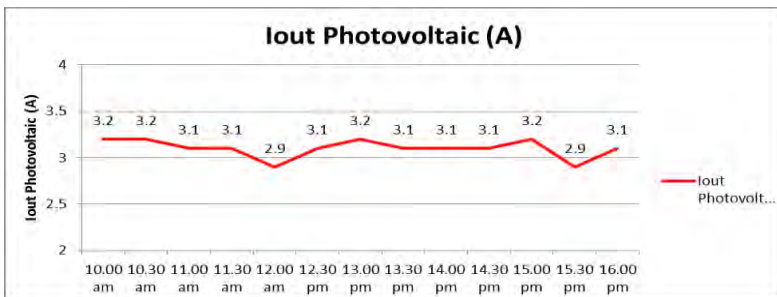
Jam	Cuaca	Vout <i>Photovoltaic</i> (V)	Iout <i>Photovoltaic</i> (A)
10.00	Cerah	20.9	3.2
10.30	Cerah	20.2	3.2
11.00	Cerah	20.2	3.1
11.30	Cerah	20.1	3.1
12.00	Cerah	19.6	2.9
12.30	Cerah	18.5	3.1

Jam	Cuaca	Vout Photovoltaic (V)	Iout Photovoltaic (A)
13.00	Cerah	19.4	3.2
13.30	Cerah	19.3	3.1
14.00	Cerah	18.5	3.1
14.30	Cerah	19.7	3.1
15.00	Cerah	18.6	3.2
15.30	Cerah	17.1	2.9
16.00	Cerah	16.8	3.1
		Vout rata rata: 19.15 V	Iout rata rata: 3.1 A

Berdasarkan tabel diatas, dapat dibuat grafik perubahan tegangan output *solar cell* dan arus yang dihasilkan *solar cell* dengan waktu matahari hingga akan tenggelam seperti Gambar 4.3 dan Gambar 4.4.



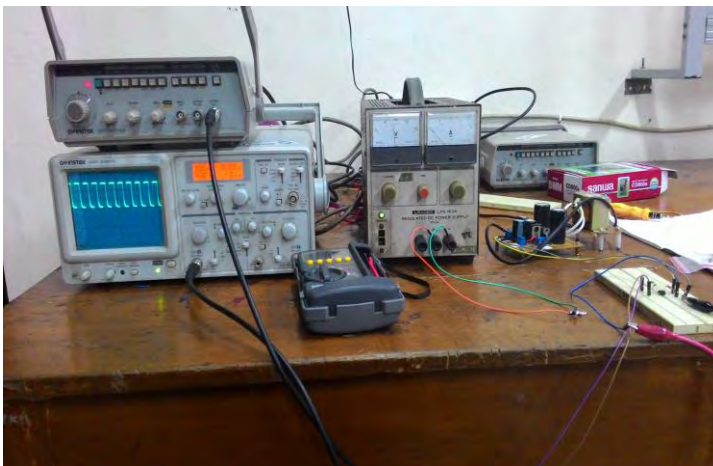
Gambar 4.3 Grafik Tegangan Yang Dihasilkan *Solar Cell*



Gambar 4.4 Grafik Arus Yang Dihasilkan *Solar Cell*

4.2 Pengujian Boost Converter

Pengujian boost converter dilakukan dengan menghubungkan rangkaian boost converter dengan sumber tegangan berupa *adjustable power supply*. Outputnya dihubungkan dengan *oscilloscope* untuk mengetahui bentuk gelombang yang dihasilkan oleh *boost converter*. Sudut penyalan pada Mosfet disupply dari *function generator* dengan menginputkan besar frekuensi pada *boost converter*. Gambar 4.5 adalah komponen komponen yang digunakan dalam pengujian *boost converter*,



Gambar 4.5 Komponen Pada Pengujian *Boost Converter*

Dalam pengujian *boost converter* ada beberapa tahapan yang dilakukan, yaitu tahap pertama adalah mengetahui pengaruh perubahan frekuensi terhadap besarnya duty cycle dan tahap kedua adalah pengujian tegangan output yang dihasilkan *boost converter*.

4.2.1 Pengujian Frekuensi Terhadap Tegangan Output

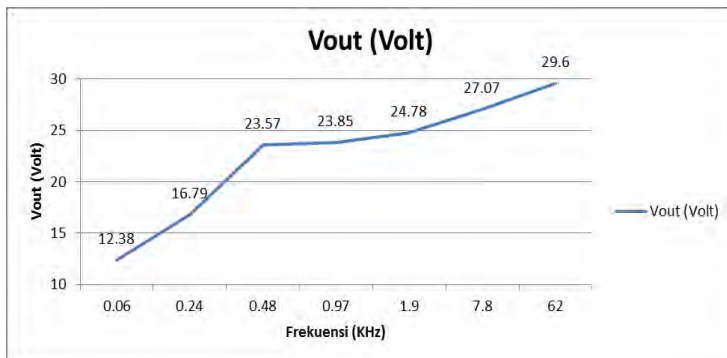
Tahap pertama adalah pengujian pengaruh perubahan frekuensi terhadap nilai tegangan output pada *boost converter*. Pada tahap ini, rangkaian *boost converter* yang terhubung dengan mikrokontroler diatur frekuensinya secara acak lalu dihubungkan ke osiloskop agar terlihat bentuk gelombangnya. Pada pengujian ini diberikan V_{input} sesuai dengan tegangan rata rata yang diinputkan dari *solar cell* yaitu 19,15

Volt dan duty cycle sesuai dengan algoritma *boost converter* yaitu 0,3. Didapatkan data seperti pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Tabel Pengujian Perubahan Frekuensi Terhadap Tegangan

Frekuensi (kHz)	Vout (Volt)
0.06	12.38
0.24	16.79
0.48	23.57
0.97	23.85
1.9	24.78
7.8	27.07
62	29.6

Dari tabel pengujian pengaruh perubahan frekuensi terhadap tagangan output *boost converter* dapat dibuat grafik perbandingan antara perubahan frekuensi dan tegangan output *boost converter*.

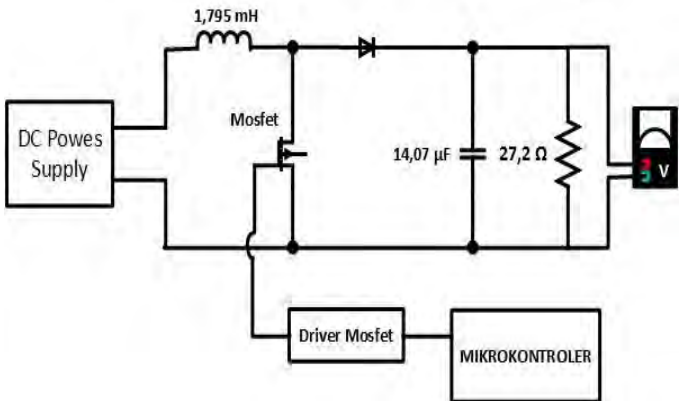


Gambar 4.6 Grafik Perubahan Tegangan *Output* Terhadap Frekuensi

Gambar 4.6 adalah grafik perubahan tegangan output terhadap frekuensi. Pada Gambar 4.6 terlihat bahwa besarnya nilai frkuensi yang diinputkan pada *boost converter* berpengaruh pada besarnya tegangan output yang dihasilkan *boost converter*. Dari analisa yang dilakukan, dapat ditentukan bahwa besarnya nilai frekuensi yang mendekati nilai tegangan output *boost converter* seharusnya (27.2 Volt) adalah 7.8 KHz.

4.2.2 Pengujian Tegangan *Output Boost Converter*.

Tahap kedua pengujian *boost converter* adalah pengujian tegangan output yang dihasilkan *boost converter*. Pada algoritma *boost converter*, tegangan output yang seharusnya dihasilkan *boost converter* adalah 27,2 Volt dengan tegangan input berasal dari *adjustable power supply* dengan tegangan output berbeda beda sesuai dengan range tegangan output yang dihasilkan *solar cell*. Gambar 4.7 adalah rangkaian pengambilan data tegangan output *boost converter*.



Gambar 4.7 Rangkaian Pengujian *Boost Converter*

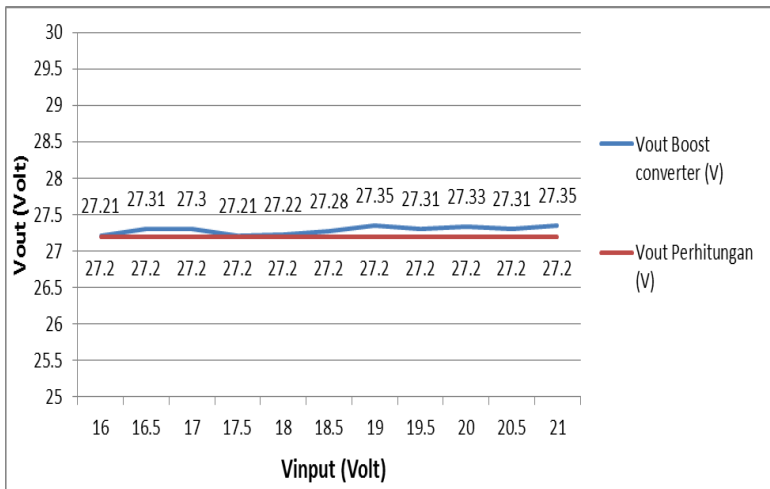
Dari pengujian yang dilakukan sesuai dengan rangkaian pada gambar diatas dapat diambil data sesuai dengan tabel. Tabel 4.3 adalah data pengujian tegangan output yang dihasilkan *boost converter*

Tabel 4.3 Pengujian Tegangan *Output Pada Boost converter*

V input	Vout Boost converter (V)	Vout Seharusnya (V)	Error
16	27.21	27.2	0,04 %
16.5	27.31	27.2	0,40 %
17	27.3	27.2	0,37 %
17.5	27.21	27.2	0,04 %
18	27.22	27.2	0,07 %

V input	Vout Boost converter (V)	Vout Seharusnya (V)	Error
18.5	27.28	27.2	0,3 %
19	27.35	27.2	0,55 %
19.5	27.31	27.2	0,40 %
20	27.33	27.2	0,48 %
20.5	27.31	27.2	0,40 %

Pada Tabel 4.3, terdapat error atau kesalahan dalam sistem sebesar 0,04% sampai 0,5%. Error ini didapatkan dari persen tegangan output *boost converter* dikurang tegangan output seharusnya. Dari data yang diambil seperti yang terlihat pada Tabel 4.3, dapat dibuat grafik perbandingan antara tegangan yang dihasilkan oleh *boost converter* dan tegangan yang seharusnya sesuai dengan algoritma.



Gambar 4.8 Grafik Perbandingan Tegangan Output *Boost Converter*

Pada Gambar 4.8 dapat dilihat bahwa perbedaan tegangan *output* pada *boost converter* dan tegangan output pada perhitungan tidaklah jauh. Hal ini berarti error kesalahan yang terjadi sangat kecil.

4.2.3 Pengujian Nilai Duty Cycle Terhadap Tegangan Input

Pengujian nilai *duty cycle* terhadap tegangan *input* menganalisa mengenai tegangan yang masuk dalam system *boost converter* dengan nilai *duty cycle* yang terbaca pada mikrokontroler. Setiap tegangan yang masuk pada system *boost converter* memiliki nilai yang berbeda beda sesuai dengan tegangan yang dihasilkan oleh *solar cell*, dan mempunyai nilai *dutycycle* yang berbeda beda pula.untuk menentukan nilai *duty cycle* menggunakan rumus:

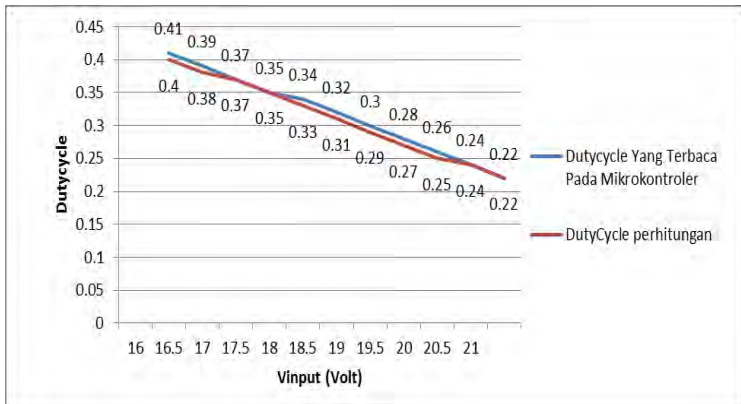
$$\frac{Vo}{Vi} = \frac{1}{1 - D}$$

Dari pengujian yang dilakukan untuk membaca nilai *dutycycle* melalui mikrokontroler didapatkan data pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Tabel Analisa *Duty Cycle*

V input (V)	Dutycycle Yang	DutyCycle perhitungan
16	0.41	0.4
16.5	0.39	0.38
17	0.37	0.37
17.5	0.35	0.35
18	0.34	0.33
18.5	0.32	0.31
19	0.30	0.29
19.5	0.28	0.27
20	0.26	0.25
20.5	0.24	0.24
21	0.22	0.22

Data yang didapatkan dalam Tabel 4.4 adalah hasil dutycycle yang terbaca oleh mikrokontroler dengan duty cycle hasil perhitungan dengan menggunakan rumus. Dari hasil analisa table dapat digambarkan grafik seperti gambar berikut.



Gambar 4.9 Grafik Perbandingan Nilai *Duty Cycle*

Gambar 4.9 adalah grafik perbandingan duty cycle pada mikrokontroler dan duty cycle pada perhitungan dapat dilihat bahwa hasil perhitungan duty cycle hampir sama dengan duty cycle yang terbaca pada mikrokontroler. Jadi dapat disimpulkan bahwa nilai duty cycle yang dibutuhkan pada system ini adalah 0.4 sampai 0.2.

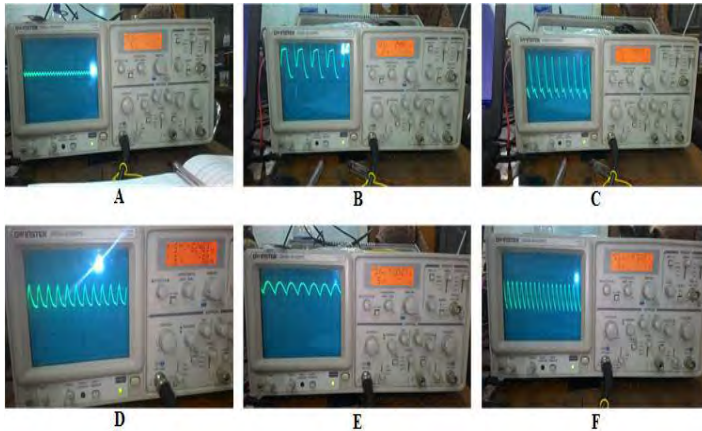
4.3 Pengujian Nilai Frekuensi

Pengujian nilai frekuensi dilakukan melalui mikrokontroler. Pengujian nilai frekuensi dilakukan dengan pembagian *division ratio* sesuai pada timer/counter 2 yang digunakan. Pada proyek ini digunakan timer/counter timer 2 yang mengontrol *output* PWM pin 3 (OC2B). perhitungan nilai frekuensinya adalah:

$\text{Clock Frekuensi Arduino} = \frac{16.000.000}{(\text{devition ratio} \times 510)}$

Nilai frekuensi yang didapatkan digunakan sebagai *input* untuk switching mosfet pada sistem *boost converter* dengan diberikan nilai tegangan *input* dan *duty cycle* yang sama yaitu 19.15 Volt dan 0.3.

Hasil pengujian terlihat pada *oscilloscope* seperti pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Hasil Pengujian Frekuensi Pada *Oscilloscope*

Pada Gambar 4.10 adalah bentuk gelombang yang terlihat pada *oscilloscope* ketika pengujian frekuensi. Dari gambar terlihat:

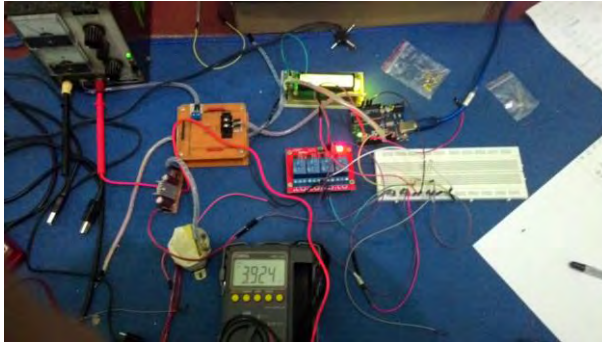
- A. Bentuk Gelombang Saat Frekuensi 7.8 KHz.
- B. Bentuk Gelombang Saat Frekuensi 24 KHz.
- C. Bentuk Gelombang Saat Frekuensi 48 KHz.
- D. Bentuk Gelombang Saat Frekuensi 62 KHz
- E. Bentuk Gelombang Saat Frekuensi 19 KHz
- F. Bentuk Gelombang Saat Frekuensi 97 KHz

Jadi kesimpulan yang dapat diambil dalam pengujian frekuensi yaitu frekuensi yang paling tepat digunakan untuk system *boost converter* adalah frekuensi dengan nilai 7.8 KHz. Karena bentuk gelombang yang terlihat pada *oscilloscope* menunjukkan bahwa pada frekuensi 7.8 KHz hampir mirip dengan tegangan *DC*.

4.4 Pengujian Sensor Tegangan

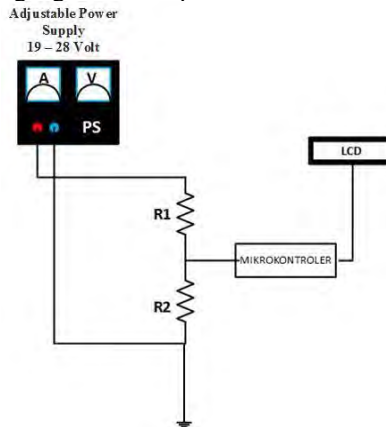
Sensor tegangan yang digunakan dalam proyek Tugas Akhir ini adalah rangkaian pembagi tegangan. Rangkaian pembagi tegangan adalah rangkaian yang terdiri dari dua buah resistor yang disusun seri, resistor yang dipasang pada rangkaian pembagi tegangan memiliki nilai yang berbeda masing-masingnya. resistor ini berfungsi untuk menentukan tegangan yang mengalir pada setiap resistor. Gambar 4.11

adalah kegiatan pengujian sensor tegangan. Sensor tegangan dihubungkan pada *adjustable power supply* sebagai sumber tegangan, dan *output* tegangan ditampilkan pada LCD.



Gambar 4.11 Rangkaian Pembagi Tegangan

Pengujian sensor tegangan menggunakan rangkaian pembagi tegangan adalah dengan menyambungkan input pada rangkaian pembagi tegangan dengan *power supply* yang dilengkapi dengan potensiometer. Tegangan yang keluar dari *power supply* diatur dengan menggunakan potensiometer, dan tegangan output yang terukur akan terbaca dengan menggunakan mikrokontroler dan dimunculkan pada LCD. Rangkaian pengujian sensor tegangan terlihat pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12 Rangkaian Pengujian Sensor Tegangan

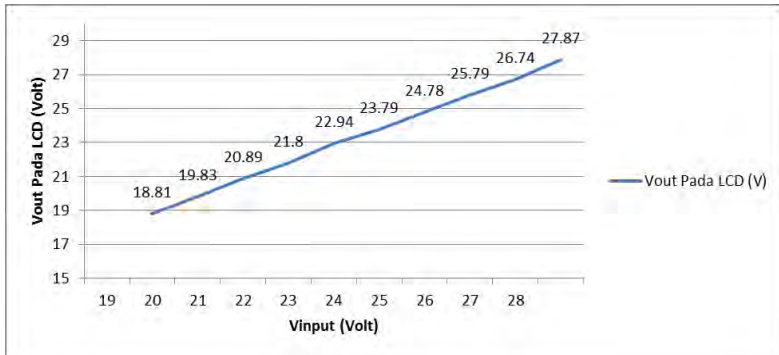
Pengujian pada sensor tegangan menggunakan fasilitas ADC pada mikrokontroler, pada pin A0. Tegangan output pada rangkaian pembagi tegangan ditampilkan pada LCD. Data pengujian sensor tegangan ditampilkan pada Tabel 4.5

Tabel 4.5 Data Hasil Pengukuran Sensor Tegangan

<i>Vinput</i> (V)	Vout Sensor (Masuk Ke Mikrokontroler) (V)	Vout Pada LCD (V)	Error (%)
19	3.0	18.81	1
20	3.2	19.83	0.85
21	3.39	20.89	0.52
22	3.6	21.8	0.9
23	3.78	22.94	0.26
24	3.92	23.79	0.87
25	4.1	24.78	0.88
26	4.3	25.79	0.80
27	4.5	26.74	0.96
28	4.7	27.87	0.46

Vinput adalah tegangan yang diinputkan ke sensor tegangan, tegangan berasal dari *adjustable power supply*. Sedangkan Vout pada LCD adalah tegangan yang terbaca pada LCD, tegangan ini ditampilkan pada layar LCD melalui mikrokontroler. Vout sensor adalah tegangan yang dihasilkan sensor lalu masuk ke mikrokontroler. Tegangan yang terbaca pada LC memiliki error yaitu seperti pada table diatas.

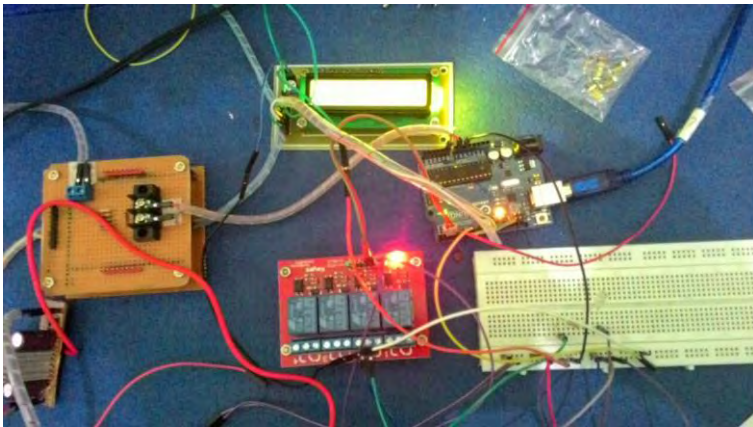
Berdasarkan Tabel data hasil pengukuran sensor tegangan yang telah di data dapat dibuat grafik pada Gambar 4.13 yang berupa perbandingan tegangan output dengan resolusi ADC.



Gambar 4.13 Grafik Perbandingan Tegangan *Input* Dan *Output* Pada Sensor

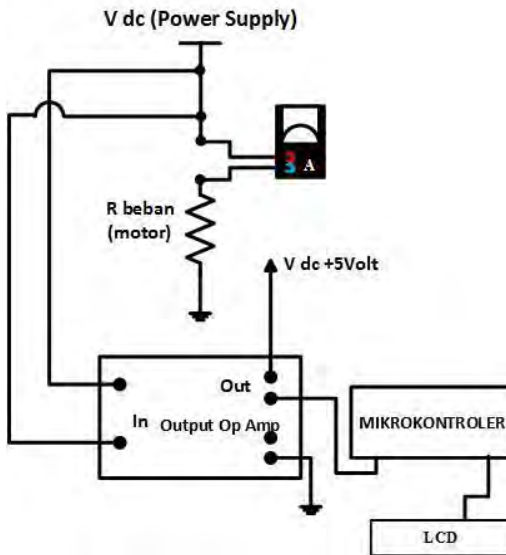
4.5 Pengujian Sensor Arus

Sensor arus yang digunakan dalam Tugas Akhir ini adalah DT-Sense Current Sensor tipe ACS 712. Pengujian sensor arus bertujuan untuk mengambil data arus yang dapat terbaca oleh sensor arus dengan tegangan dan beban yang berbeda – beda. Gambar 4.14 adalah kegiatan pengambilan data pada pengujian sensor arus.



Gambar 4.14 Pengujian Sensor Arus

Pada pengujian sensor arus, sensor arus yang akan diuji diberikan beban dan dihubungkan pada mikrokontroler sebagai pengendali sensor. Rangkaian untuk pengujian sensor arus ditunjukkan pada Gambar 4.15.



Gambar 4.15 Rangkaian Pengujian Sensor Arus

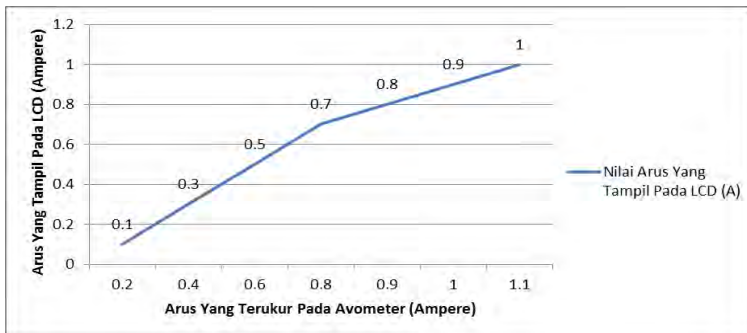
Pada pengujian sensor arus, digunakan beban motor dengan kapasitas arus 5 ampere. Supply tegangan untuk motor DC didapatkan dari power supply 24 volt dengan arus 5 ampere. Pengukuran perubahan nilai arus yang diukur oleh sensor arus ACS 712 didapatkan dari perubahan tiap nilai tegangan yang masuk ke motor. Dari pengujian yang dilakukan dapat diambil data seperti tabel berikut.

Tabel 4.6 Hasil Pengukuran Sensor Arus

Tegangan yang Disupply Ke Motor DC (V)	Arus yang Terukur Pada Avometer (A)	Tegangan yang Masuk Ke Mikrokontroler (V)	Nilai Arus Yang Tampil Pada LCD (A)
1	0.2	0.28	0.1

Tegangan yang Disupply Ke Motor DC (V)	Arus yang Terukur Pada Avometer (A)	Tegangan yang Masuk Ke Mikrokontroler (V)	Nilai Arus Yang Tampil Pada LCD (A)
2	0.4	0.46	0.3
3	0.6	0.62	0.5
4	0.8	0.83	0.7
5	0.9	0.89	0.8
6	1	0.96	0.9
7	1.1	1.4	1

Dari data yang diambil pada saat pengukuran sensor arus, dapat dibuat grafik garis perbandingan antara hasil arus yang terukur pada sensor erus dan arus yang sebenarnya.



Gambar 4.16 Grafik Pengukuran Sensor Arus

Pada Gambar Grafik pengukuran sensor arus, didapatkan nilai arus yang terukur dan nilai arus yang sebenarnya hampir sama atau mendekati. Jadi dapat dikatakan bahwa sensor arus telah berhasil

4.6 Pengujian Keseluruhan Alat

Pengujian keseluruhan adalah pengujian dari keseluruhan sistem. Dimulai dari sumber tegangan berasal dari tegangan output *solar cell*

kemudian distabilkan oleh system *boost converter* sehingga tegangannya dapat digunakan untuk mencharge baterai. Gambar 4.17 merupakan komponen untuk pengujian keseluruhan alat adalah *box control* yang dan bekerja sesuai dengan perencanaan dan perancangan. Gambar 4.18 merupakan realisasi desain *box control* Pada pengujian keseluruhan terdapat dua tahap, tahap pertama adalah dengan menggunakan beban resistif, dan tahap kedua menggunakan beban dua buah baterai.



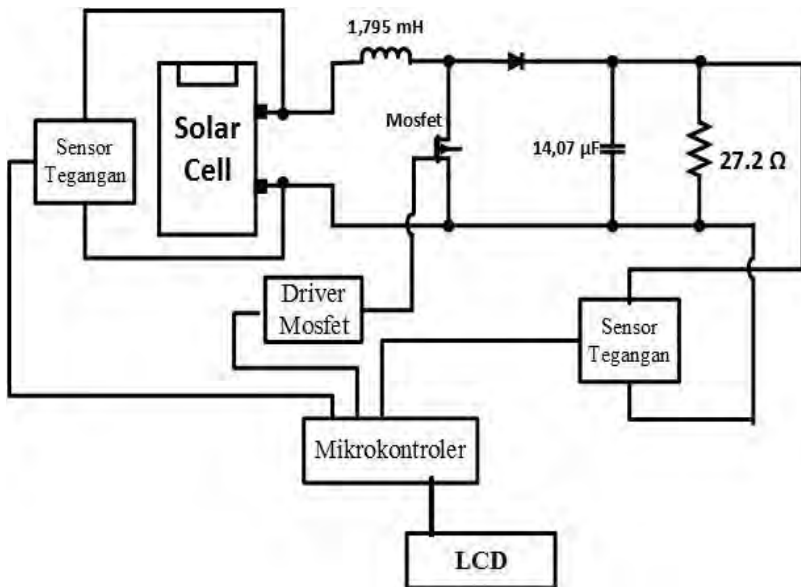
Gambar 4.17 Komponen Pengujian Keseluruhan Alat



Gambar 4.18 Realisasi Box Control

4.6.1 Dengan Beban Resistif

Beban resistif digunakan untuk mengukur besarnya tegangan yang mengalir ke resistif dari *boost converter*. Resistor yang digunakan adalah resistor dengan nilai 27.2 ohm. Pengujian keseluruhan dengan menggunakan beban resistor dilakukan pada tanggal 2 Juni 2015, dengan cuaca yang bervariasi. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah sistem *boost converter* mampu menghasilkan tegangan sesuai dengan algoritma pada perancangan *boost converter* yaitu 27.2 Ω . Langkah awal pengujian keseluruhan adalah dengan memberikan beban resistor pada sistem *boost converter* dengan sumber tegangan berupa *solar cell*. Gambar rangkaian pengujian keseluruhan dengan menggunakan beban resistif dapat ditunjukkan pada Gambar 4.19



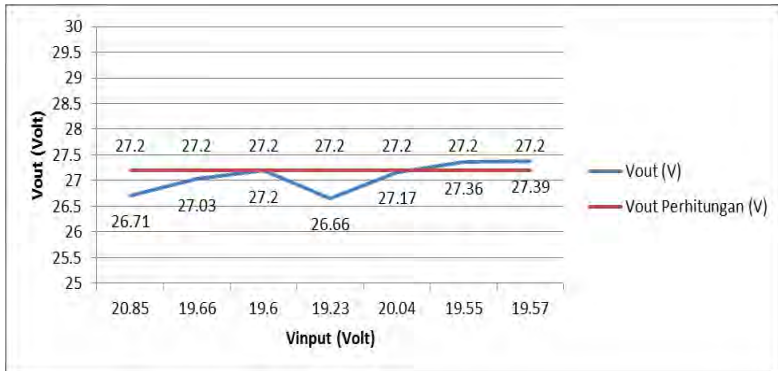
Gambar 4.19 Rangkaian Pengujian Keseluruhan Beban Resistif

Pengujian keseluruhan dengan menggunakan beban resistif bertujuan untuk mengukur kemampuan dari sistem boost converter untuk menghasilkan tegangan yang konstan atau stabil, sebelum beban resistif diganti menjadi beban baterai. Dari pengujian yang dilakukan pada rangkaian diatas didapatkan data seperti pada table 4.7.

Tabel 4.7 Data Pengujian dengan Beban Resisif

jam	Cuaca	Vin (V)	Vout (V)	Vout Perhitungan (V)	Error %
pukul 09.00	Cerah	20.85	26.71	27.2	1.83
pukul 10.00	Cerah	19.66	27.03	27.2	0.63
pukul 11.00	Cerah	19.6	27.2	27.2	0
pukul 12.00	Berawan	19.23	26.66	27.2	2.03
pukul 13.00	Cerah	20.04	27.17	27.2	0.11
pukul 14.00	Berawan	19.55	27.36	27.2	0.58
pukul 15.00	Berawan	19.57	27.39	27.2	0.69
		Vin Rata - Rata 19.79 Volt	Vout Rata - Rata 27.07 Volt		Error Rata - Rata 0.84 %

Pada Tabel 4.7, *Vin* adalah nilai tegangan yang dihasilkan oleh *solar cell* yang masuk ke sistem *boost converter*, dan *Vout* adalah tegangan yang dihasilkan oleh sistem *boost converter*. *Vout* perhitungan merupakan nilai tegangan yang seharusnya dihasilkan oleh sistem *boost converter* berdasarkan perhitungan pada perancangan dan perencanaan sistem *boost converter*. Dari data yang didapatkan pada Tabel 4.7 didapatkan grafik pada Gambar 4.20 yang merupakan perbandingan antara tegangan output yang terukur pada *boost converter* dan tegangan output yang seharusnya.



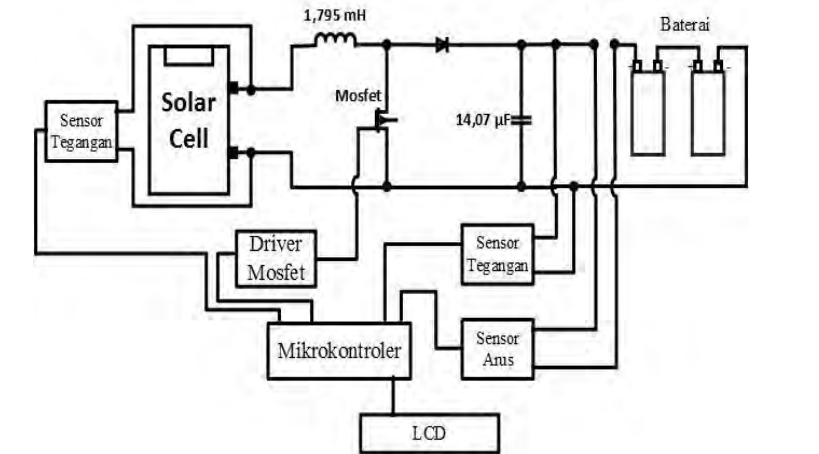
Gambar 4.20 Grafik Pengujian Keseluruhan Beban Resistif

Gambar 4.20 merupakan gambar grafik perbandingan antara tegangan yang dihasilkan pada *boost converter* dengan tegangan pada perhitungan. Dari pengujian keseluruhan alat menggunakan beban resistif didapatkan rata – rata tegangan yang masuk ke sistem *boost converter* sebesar 19.79 volt, dan rata – rata tegangan yang dihasilkan oleh sistem *boost converter* sebesar 27.07 volt. Nilai tegangan yang dihasilkan *boost converter* memiliki error rata – rata sebesar 0.84 % dari tegangan *output* pada perhitungan sebesar 27.2 volt. Pengujian keseluruhan alat dengan menggunakan beban resistif dilakukan untuk mengukur kemampuan sistem *boost converter* agar dapat menghasilkan tegangan yang sesuai dengan perhitungan sebelum sistem diberi beban baterai, tetapi terdapat error rata – rata sebesar 0.84 % dari tegangan *output* pada perhitungan sebesar 27.2 volt.

4.6.2 Dengan Beban Baterai

Pada pengujian keseluruhan dengan beban baterai ini digunakan dua buah baterai Mottobatt yang disusun seri. Pengujian dengan beban baterai digunakan untuk melihat kemampuan sistem untuk dapat mengisi daya pada baterai. Pengujian keseluruhan dengan beban baterai dilakukan pada tanggal 26 Juni 2015, dengan menggunakan prinsip yang sama dengan pengujian keseluruhan beban resistif, hanya saja beban yang digunakan yaitu beban 2 buah baterai yang disusun seri. Rangkaian pengujian keseluruhan dengan beban baterai terlihat pada gambar berikut. Tegangan input *boost converter* adalah tegangan yang

dihasilkan oleh *solar cell*. Sensor tegangan dan sensor arus mengukur besarnya arus dan tegangan melalui mikrokontroler dan ditampilkan pada layar LCD. Gambar 4.21 merupakan gambar rangkaian yang digunakan untuk pengujian keseluruhan alat dengan beban berupa dua buah baterai yang disusun seri.



Gambar 4.21 Gambar Pengujian Keseluruhan Dengan Beban Baterai

Dari pengujian yang dilakukan didapatkan data seperti pada Tabel 4.8 berikut:

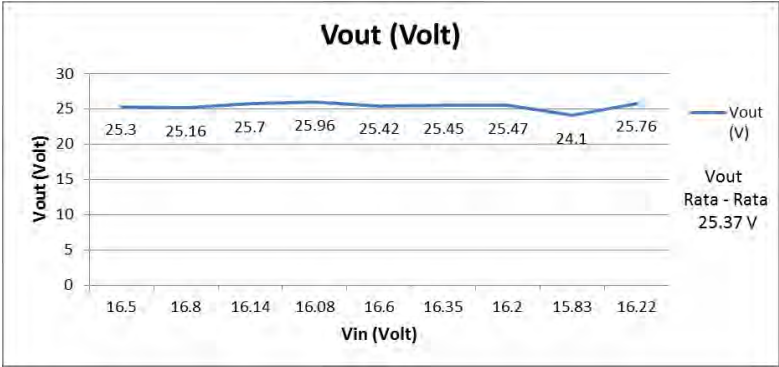
Tabel 4.8 Hasil Pengujian Keseluruhan dengan Beban Baterai

Jam	Cuaca	V_{in} (V)	V_{out} (V)	I_{out} (A)	Daya (Watt)	V pada Baterai (V)	Status Baterai
Pukul 07.00	Cerah	16.5	25.3	0.5	12.65	23	<i>Charge</i>
Pukul 08.00	Cerah	16.8	25.16	0.5	12.58	23	<i>Charge</i>
Pukul 09.00	Cerah	16.14	25.7	0.5	12.85	24.27	<i>Charge</i>

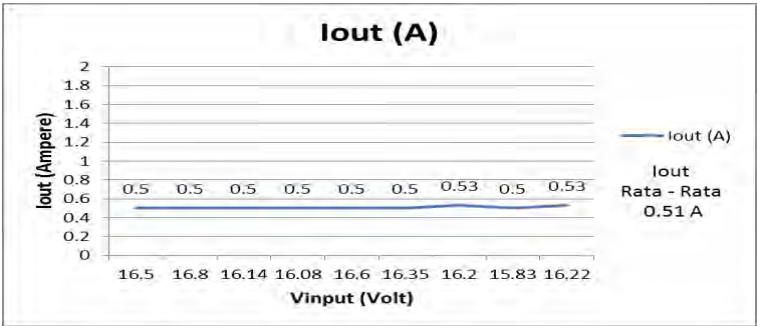
Jam	Cuaca	V_{in} (V)	V_{out} (V)	I_{out} (A)	Daya (Watt)	V pada Baterai (V)	Status Baterai
Pukul 10.00	Cerah	16.08	25.96	0.5	12.98	24.48	<i>Charge</i>
Pukul 11.00	Berawan	16.6	25.42	0.5	12.71	24.6	<i>Charge</i>
Pukul 12.00	Berawan	16.35	25.45	0.5	12.7	24.76	<i>Charge</i>
Pukul 13.00	Berawan	16.2	25.47	0.53	13.4	25	<i>full</i>
Pukul 14.00	Berawan	15.83	24.1	0.5	12.05	23	<i>charge</i>
Pukul 15.00	Cerah	16.22	25.76	0.53	13.6	23.16	<i>charge</i>
		V_{in} Rata - Rata 16.30 V	V_{out} Rata - Rata 25.37 V	I_{out} Rata - Rata 0.51 A	Daya Rata - Rata 12.84 Watt		

Pada Tabel 4.8, V_{in} merupakan tegangan yang dihasilkan oleh *solar cell* dan masuk ke sistem *boost converter*, V_{out} dan I_{out} adalah tegangan dan arus yang dihasilkan oleh sistem *boost converter*. Tegangan dan arus yang dihasilkan oleh sistem *boost converter* digunakan untuk proses *charging* baterai. Proses *charging* baterai menggunakan metode *Constant Current Charging*, yaitu proses *charging* dengan menggunakan arus yang konstan atau stabil. Nilai arus rata – rata yang dihasilkan sistem *boost converter* untuk proses *charging* sebesar 0.5 ampere. Pada saat pengambilan data keseluruhan dengan menggunakan beban baterai, baterai tidak dalam keadaan kosong, namun ada sisa tegangan, yaitu 23 volt. Setelah baterai melakukan proses *charging* selama 5 jam, indikator lampu merah pada sistem *boost converter* menunjukkan bahwa baterai dalam keadaan *fully*

charge yaitu 25 volt. Pengujian ini dilakukan untuk melihat respon sistem saat baterai telah terisi penuh. Dari data yang telah didapatkan pada tabel, dapat dibuat grafik yang menunjukkan besar tegangan dan arus seperti Gambar 4.22 dan Gambar 4.23.



Gambar 4.22 Grafik Vout Pengujian Keseluruhan Beban Baterai



Gambar 4.23 Grafik Iout Pengujian Keseluruhan Beban Baterai

Dari hasil pengujian keseluruhan menggunakan beban baterai didapatkan bahwa rata rata tegangan yang dihasilkan oleh *solar cell* adalah 16.30 Volt, tegangan yang dihasilkan oleh *solar cell* kemudian masuk ke sistem *boost converter*. Sistem *boost converter* menghasilkan tegangan rata – rata sebesar 23.57 Volt dan arus rata – rata sebesar 0.51 volt. Nilai tegangan dan arus yang dihasilkan oleh sistem *boost converter* kemudian digunakan untuk proses *charging* baterai.

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

BAB V

PENUTUP

Bab penutup ini berisi tentang kesimpulan yang diperoleh selama proses pembuatan alat Rancang Bangun Kontroler Baterai *Charger Untuk Solar Cell*, kesimpulan dari hasil pengujian dan analisa data, serta saran untuk alat ini kedepannya.

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari proyek Tugas Akhir dengan judul Rancang Bangun Kontroler Baterai *Charger Untuk Solar Cell* adalah:

Boost converter berfungsi untuk menaikkan tegangan yang dihasilkan oleh *solar cell*, *boost converter* dikendalikan oleh mikrokontroler dan hasil feedbacknya diperoleh dari sensor arus dan tegangan. Dari hasil pengujian keseluruhan menggunakan beban baterai didapatkan bahwa rata rata tegangan yang dihasilkan oleh *solar cell* adalah 16.30 Volt, tegangan yang dihasilkan oleh *solar cell* kemudian masuk ke sistem *boost converter*. Sistem *boost converter* menghasilkan tegangan rata – rata sebesar 23.57 Volt dan arus rata – rata sebesar 0.51 volt. Nilai tegangan dan arus yang dihasilkan oleh sistem *boost converter* kemudian digunakan untuk proses *charging* baterai

5.2 Saran

Saran untuk proses desain alat Rancang Bangun Kontroler Baterai *Charger Untuk Solar Cell* adalah:

1. Desain dan pembuatan induktor yang lebih baik. Karna desain yang kurang baik akan mengakibatkan *losses* arus pada sistem *boost converter*.
2. Sebaiknya temperatur pada mosfet terjaga, karena temperatur pada mosfet dapat mempengaruhi tegangan *output* pada *boost converter*.
3. Pengambilan data yang lebih banyak akan membantu perbaikan sistem

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

DAFTAR PUSTAKA

- [1] ... Pusat Data Dan Informasi Energi Dan Sumber Daya Mineral kementrian Energi Dan Sumber Daya Mineral, "Kajian Indonesia Energi *Outlook*", 2012 Indonesia
- [2] Wiwien Widyastuti dkk, Alat Pengukur Tegangan Pengisian dan Pengosongan untuk Baterai Isi Ulang, Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta, 2011
- [3] McEVOY Augustin, Markvart Tom, Castaner Luis, *Solar Cell Material, Structure, and Operation*, USA, 2013 (*second edition*)
- [4] Marian K. Kazemiarczuk, *Pulse-Widht Modulated DC-DC Power Converters*. India 2008
- [5] Lukman Hakim Baharudin. Penerapan Metode *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (Anfis) Sebagai IMPPT *Photovoltaic* Untuk Pengaturan Kerja *Buckboost* Konvereter Sebagai Penyulai Sumber DC Dalam Mikro *Grid*. Politeknik Negeri Surabaya, Surabaya, 2015
- [6] *Application Report Understanding Boost Power Stages in Switchmode Power Supplies*, TI Literature Number SLVA061, 1999.

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

LAMPIRAN A FOTO ALAT

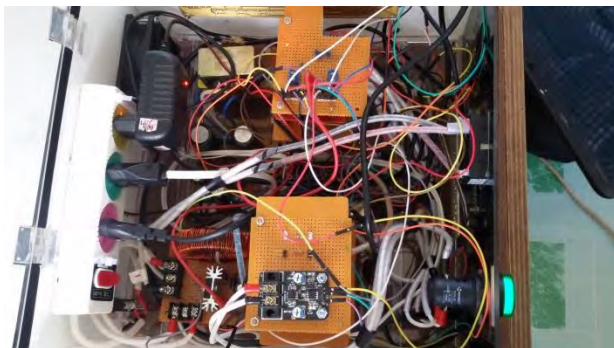
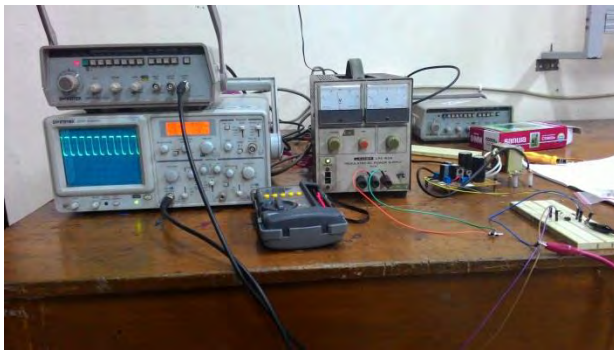
Solar Cell



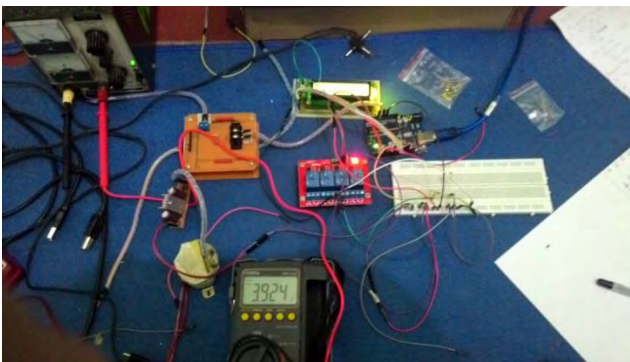
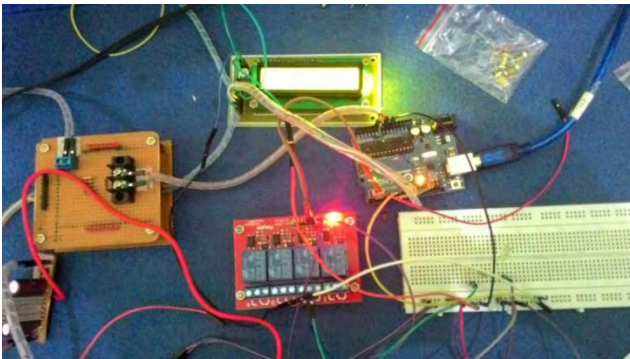
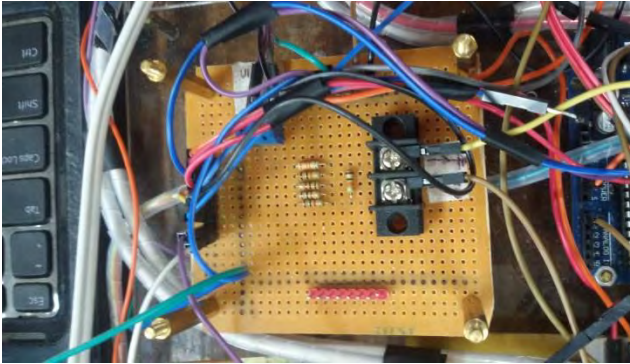
Baterai MotoBatt MTX9



Boost Converter



Sensor Arus dan Sensor Tegangan



-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

LAMPIRAN B

LISTING PROGRAM

Program PWM dan Duty Cycle

```
int batas_pwm = 112;
int pwm;
float vin = 0.0;
void setup() {
  pinMode(3, OUTPUT); // Pin 3 Aktivasi PWM
}

void loop() {
  pwm=map(vin,16,21,111,61);
  TCCR2A =
_BV(COM2A1)|_BV(COM2B1)|_BV(WGM21)|_BV(WGM20);
  TCCR2B = _BV(CS21);
  OCR2B = pwm;
  delayMicroseconds(10);
}
```

Program Tegangan Input Sensor Tegangan

```
#include <LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd(13,12,11,10,9,8);
int LANG;
float vout = 0.0;
float vin = 0.0;
int value = 0;
int y;
int x = 0;
void setup() {
  pinMode(A0, INPUT);
  lcd.begin(16, 2);
}

void loop() {
```

```

LANG = analogRead(A0);
delay(100);
x= analogRead(A0);
y = (0.028*(x^2)) - (10.999*x) + 279.74;
vin = x*0.028;
lcd.setCursor(2,0);
lcd.print(vin);
lcd.print(" Volt");
delay(500);
lcd.setCursor(2,1);
lcd.print("ADC = ");
lcd.print(LANG);
}

```

Program Tegangan Output Sensor Tegangan

```

#include <LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd(13,12,11,10,9,8);
int LANG;
float vout_boost = 0.0;
float vin_boost = 0.0;
int y;
int x = 0;
void setup() {
  pinMode(A0, INPUT);
  lcd.begin(16, 2);
}

void loop() {
  LANG = analogRead(A0);
  delay(100);
  x= analogRead(A0);
  y = (0.028*(x^2)) - (10.999*x) + 279.74;
  vin_boost = x*0.028;
  lcd.setCursor(2,0);
  lcd.print(vin_boost);
  lcd.print(" Volt");
  delay(500);
  lcd.setCursor(2,1);

```

```

    lcd.print("ADC = ");
    lcd.print(LANG);
}

```

Program Sensor Tegangan Untuk Boost Converter

```

#include <LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd(13,12,11,10,9,8);
int LANG;
float vout_boost = 0.0;
int value = 0;
int y;
void setup() {
    pinMode(A1, INPUT);
    lcd.begin(16, 2);
}

void loop() {
    LANG = analogRead(A1);
    delay(100);
    value = analogRead(A1);
    vout_boost = value*0.030;
    lcd.setCursor(2,0);
    lcd.print(vout_boost);
    lcd.print(" Volt");
    delay(500);
    lcd.setCursor(2,1);
    lcd.print("ADC = ");
    lcd.print(LANG);
}

```

Program Kalibrasi Sesnsor Arus

```

#include <LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd (13,12,11,10,9,8);
int LANG;
float arus = 0.0;
int dataADC = 0;

```

```

void setup() {
  pinMode(A3, INPUT);
  lcd.begin(16,2);
  lcd.clear();
}

void loop() {
  dataADC = analogRead(A3);
  arus = (((dataADC-516)*27.03 / 1023)*-1);
  lcd.setCursor(9,0);
  lcd.print("I.");
  lcd.print(arus);
  delay(50);
}

```

Program Mengaktifkan Indicator Lampu

```

#include <LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd(13,12,11,10,9,8);
int LANG;
float vout_boost = 0.0;
int value = 0;
int y;
int batas = 29;
void setup() {
  pinMode(A1, INPUT);
  lcd.begin(16, 2);
}

void loop() {
  LANG = analogRead(A1);
  delay(100);
  value = analogRead(A1);
  vout_boost = value*0.030;
  if (value<=batas){
    digitalWrite(4, HIGH);
  }
  else {
    digitalWrite(4, LOW);
  }
}

```



```

        digitalWrite(6, HIGH);
        digitalWrite(5, LOW);
        delay(1000);
        digitalWrite(5, HIGH);
    }
    if (value>=batas){
        digitalWrite(4, HIGH);
        digitalWrite(6,LOW);
        digitalWrite(5,LOW);
    }

    lcd.setCursor(2,0);
    lcd.print(vout_boost);
    lcd.print(" Volt");
    delay(500);
    lcd.setCursor(2,1);
    lcd.print("ADC = ");
    lcd.print(LANG);
}

```

Program Keseluruhan

```

#include <LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd(13,12,11,10,9,8);
float vout = 0.0;
float vout1 = 0.0;
float vin1 = 0.0;
float vin = 0.0;
float arus = 0.0;
int dataADC = 0;
int value1=0;
int x =0;
int pwm;
int y;
void setup() {
    pinMode(7, OUTPUT);
    pinMode(2, OUTPUT);
    pinMode(3, OUTPUT);
    pinMode(6, OUTPUT);
}

```

```

pinMode(5, OUTPUT);
pinMode(4, OUTPUT);
digitalWrite(6, LOW);
digitalWrite(5, LOW);
digitalWrite(4, LOW);
pinMode(A0, INPUT);
pinMode(A2, INPUT);
pinMode(A3, INPUT);
lcd.begin(16, 2);
pwm=100;
}
void loop() {
  TCCR2A =
_BV(COM2A1)|_BV(COM2B1)|_BV(WGM21)|_BV(WGM20);
  TCCR2B = _BV(CS21);
  delayMicroseconds(10);
  OCR2B = pwm;
  x = analogRead(A0);
  y = (0.028*(x^2)) - (10.999*x) + 279.74;
  vin = x*0.028;
  value1 = analogRead(A2);
  vin1 = value1*0.032;
  dataADC = analogRead(A3);
  arus = (((dataADC-516)*27.03 / 1023)*-1);
  if(vin>=5)
  {
    digitalWrite(4, HIGH);
  }
  else
  {
    digitalWrite(4, LOW);
  }
  if (arus>=0.3)
  {
    digitalWrite(5, HIGH);
  }
  else
  {
    digitalWrite(5, LOW);
  }
}

```

```

}
if (vin<=15)
{
    pwm = 0;
    digitalWrite(7, HIGH);
}
else
{
    digitalWrite(7, LOW);
}
if (vin>=21)
{
    pwm = 0;
    digitalWrite(2, HIGH);
}
else
{
    digitalWrite(2,LOW);
}
if (vin1>26)
{
    pwm = 0;
    digitalWrite(6, HIGH);
    digitalWrite(5, LOW);
}
else
{
    digitalWrite(6, LOW);
}
if (arus >0.63)
{
    pwm--;
}
else
{
    pwm++;
}

lcd.setCursor(3,0);

```


```
lcd.print(vin);  
delay(10);  
lcd.setCursor(0,0);  
lcd.print("Vi:");  
lcd.setCursor(3,1);  
lcd.print(vin1);  
delay(50);  
lcd.setCursor(0,1);  
lcd.print("Vo:");  
lcd.setCursor(9,0);  
lcd.print("I.");  
lcd.print(arus);  
delay(50);  
}
```

LAMPIRAN DATASHEET

1. Datasheet Arduino Uno

Technical Specification

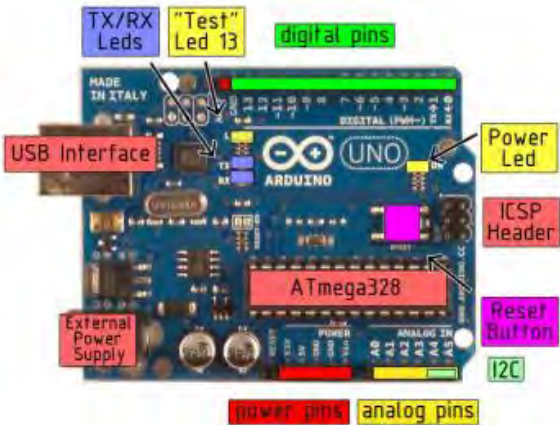
EAGLE files: [arduino-duemilanove-csm-design.rtf](#) Schematic: [arduino-uno-schematic.pdf](#)








Summary

Microcontroller	ATmega328
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB of which 0.5 KB used by bootloader
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Clock Speed	16 MHz

the board



How to use Arduino



Arduino can sense the environment by receiving input from a variety of sensors and can affect its surroundings by controlling lights, motors, and other actuators. The microcontroller on the board is programmed using the [Arduino programming language](#) (based on [Wiring](#)) and the Arduino development environment (based on [Processing](#)). Arduino projects can be stand-alone or they can communicate with software on running on a computer (e.g. Flash, Processing, MaxMSP).

Arduino is a cross-platform program. You'll have to follow different instructions for your personal OS. Check on the [Arduino site](#) for the latest instructions. <http://arduino.cc/en/Guide/HomePage>

Linux Install

Windows Install

Mac Install

Once you have downloaded/unzipped the arduino IDE, you can Plug the Arduino to your PC via USB cable.

Blink led

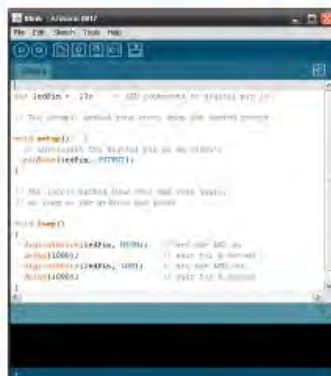
Now you're actually ready to "burn" your first program on the arduino board. To select "blink led", the physical translation of the well known programming "hello world", select

**File>Sketchbook>
Arduino-0017>Examples>
Digital>Blink**

Once you have your skecth you'll see something very close to the screenshot on the right.

In **Tools>Board** select

Now you have to go to **Tools>SerialPort** and select the right serial port, the one arduino is attached to.



Done compiling

Press Compile button
(to check for errors)



Upload

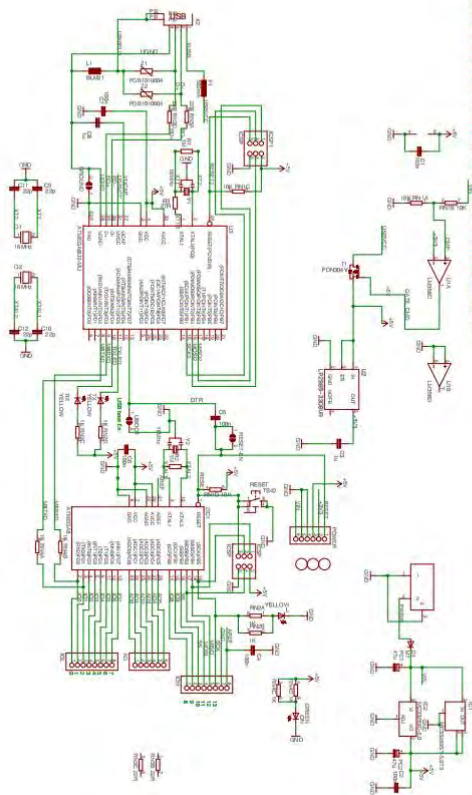


TX RX Flashing

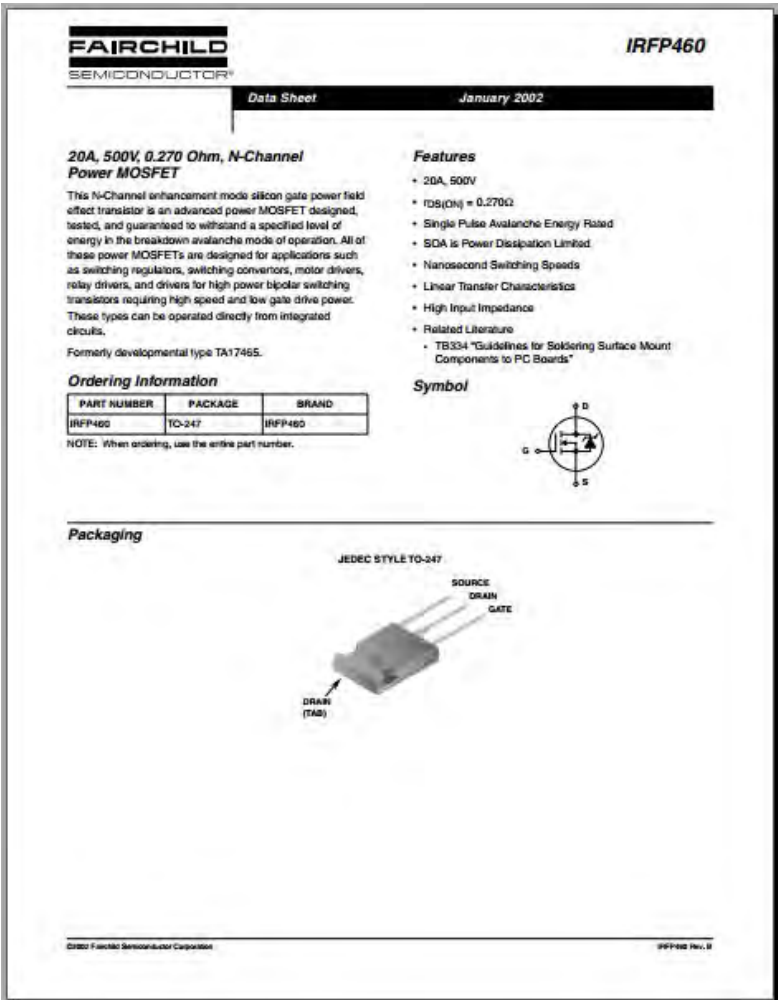


Blinking Led!

Research Design are provided as of and with all full text. Adobe Acrobat all other information, experts on related, RESEARCH PRODUCTS, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO, ANY RELATED INFORMATION OF RESEARCHABILITY ON IT/IN/25 FOR A PARTICULAR PURPOSE.

[illegible]

2. Datasheet IRP 460



IRFP460

Absolute Maximum Ratings $T_C = 25^\circ\text{C}$, Unless Otherwise Specified


	IRFP460	UNITS
Drain to Source Voltage (Note 1).....	V_{DS}	500
Drain to Gate Voltage ($R_{DS} = 20\Omega$) (Note 1).....	V_{DGS}	500
Continuous Drain Current.....	I_D	20
$T_C = 100^\circ\text{C}$	I_D	12
Pulsed Drain Current (Note 3).....	I_{DM}	80
Gate to Source Voltage.....	V_{GS}	± 20
Maximum Power Dissipation.....	P_D	250
Linear Derating Factor.....		2.0
Single Pulse Avalanche Energy Rating (Note 4).....	E_{AS}	960
Operating and Storage Temperature.....	T_J, T_{STG}	-55 to 150
Maximum Temperature for Soldering.....		
Leads at 0.063in (1.6mm) from Case for 10s.....	T_L	300
Package Body for 10s, See Technical 334.....	T_{pk}	260

CAUTION: Stresses above those listed in "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress only rating and operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operational sections of this specification is not implied.

NOTE:

- $T_J = 25^\circ\text{C}$ to $T_J = 125^\circ\text{C}$.

Electrical Specifications $T_C = 25^\circ\text{C}$, Unless Otherwise Specified

PARAMETER	SYMBOL	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Drain to Source Breakdown Voltage	BV_{DS}	$I_D = 250\mu\text{A}$, $V_{GS} = 0\text{V}$ (Figure 10)	500	-	-	V
Gate Threshold Voltage	$V_{GS(th)}$	$V_{DS} = V_{DS}$, $I_D = 250\mu\text{A}$	2	-	4	V
Zero Gate Voltage Drain Current	I_{DSS}	$V_{GS} = \text{Rated } BV_{DS}$, $V_{DS} = 0\text{V}$ $V_{DS} = 0.8 \times \text{Rated } BV_{DS}$, $V_{GS} = 0\text{V}$, $T_J = 125^\circ\text{C}$	-	-	25	μA
On-State Drain Current (Note 2)	$I_{D(ON)}$	$V_{GS} = I_{D(ON)} \times R_{DS(on)}$, $V_{DS} = 10\text{V}$	20	-	-	A
Gate to Source Leakage Current	I_{GSS}	$V_{GS} = \pm 20\text{V}$	-	-	± 100	nA
Drain to Source On Resistance (Note 2)	$r_{DS(ON)}$	$I_D = 11\text{A}$, $V_{GS} = 10\text{V}$ (Figures 8, 9)	-	0.24	0.27	Ω
Forward Transconductance (Note 2)	g_{fs}	$V_{DS} = 50\text{V}$, $I_{DS} > 11\text{A}$ (Figure 12)	13	19	-	S
Turn-On Delay Time	$t_{d(ON)}$	$V_{DS} = 250\text{V}$, $I_D = 21\text{A}$, $R_{DS} = 4.3\Omega$, $R_{\theta} = 120^\circ\text{C/W}$, $V_{GS} = 10\text{V}$ MOSFET Switching Times are Essentially Independent of Operating Temperature	-	23	35	ns
Rise Time	t_r		-	81	120	ns
Turn-Off Delay Time	$t_{d(OFF)}$		-	85	130	ns
Fall Time	t_f		-	65	98	ns
Total Gate Charge (Gate to Source + Gate-Drain)	$Q_{g(TOT)}$	$V_{DS} = 10\text{V}$, $I_D = 21\text{A}$, $V_{GS} = 0.8 \times \text{Rated } BV_{DS}$, $I_{G(ON)} = 1.5\text{mA}$ (Figure 14). Gate Charge is Essentially Independent of Operating Temperature	-	120	190	nC
Gate to Source Charge	Q_{gs}		-	18	-	nC
Gate to Drain "Miller" Charge	Q_{gd}		-	62	-	nC
Input Capacitance	C_{iss}	$V_{DS} = 25\text{V}$, $V_{GS} = 0\text{V}$, $f = 1\text{MHz}$ (Figure 10)	-	4100	-	pF
Output Capacitance	C_{oss}		-	480	-	pF
Reverse Transfer Capacitance	C_{rss}		-	84	-	pF
Internal Drain Inductance	L_D	Measured from the Drain Lead, 6mm (0.25in) from Package to Center of Die	Modified MOSFET Symbol Showing the Internal Device Inductances	-	5.0	-
Internal Source Inductance	L_S	Measured from the Source Lead, 6mm (0.25in) from Header to Source Bonding Pad		-	1.2	-
Thermal Resistance Junction to Case	$R_{\theta JC}$		-	-	0.50	$^\circ\text{C/W}$
Thermal Resistance Junction to Ambient	$R_{\theta JA}$	Free Air Operation	-	-	30	$^\circ\text{C/W}$

IRFP460

Source to Drain Diode Specifications

PARAMETER	SYMBOL	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Continuous Source to Drain Current	I_{SD}	Modified MOSFET Symbol Showing the Integral Reverse P-N Junction Rectifier	-	-	20	A
Pulse Source to Drain Current (Note 3)	I_{SDM}		-	-	80	A
Source to Drain Diode Voltage (Note 2)	V_{SD}	$T_J = 25^\circ\text{C}$, $I_{SD} = 2\text{A}$, $V_{GS} = 0\text{V}$ (Figure 13)	-	-	1.8	V
Reverse Recovery Time	t_r	$T_J = 25^\circ\text{C}$, $I_{SD} = 2\text{A}$, $dI_{SD}/dt = 100\text{A}/\mu\text{s}$	280	580	1200	ns
Reverse Recovery Charge	Q_{RR}	$T_J = 25^\circ\text{C}$, $I_{SD} = 2\text{A}$, $dI_{SD}/dt = 100\text{A}/\mu\text{s}$	3.8	6.1	15	μC

NOTES:

- Pulse test: pulse width $\leq 300\mu\text{s}$, duty cycle $\leq 2\%$.
- Repetitive rating: pulse width limited by max junction temperature. See Transient Thermal Impedance curve (Figure 3).
- $V_{DD} = 50\text{V}$, starting $T_J = 25^\circ\text{C}$, $L = 4.3\text{mH}$, $R_{DS} = 25\Omega$, Peak $I_{AS} = 30\text{A}$.

Typical Performance Curves Unless Otherwise Specified

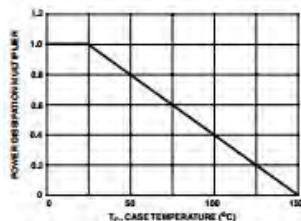


FIGURE 1. NORMALIZED POWER DISSIPATION vs CASE TEMPERATURE

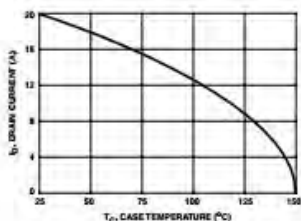


FIGURE 2. MAXIMUM CONTINUOUS DRAIN CURRENT vs CASE TEMPERATURE

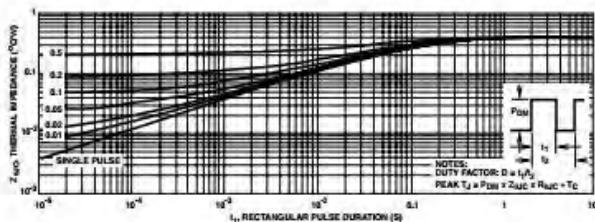


FIGURE 3. MAXIMUM TRANSIENT THERMAL IMPEDANCE

Typical Performance Curves Unless Otherwise Specified (Continued)

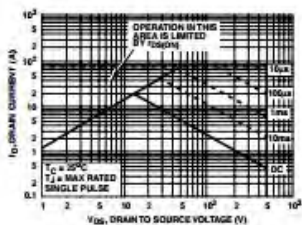


FIGURE 4. FORWARD BIAS SAFE OPERATING AREA

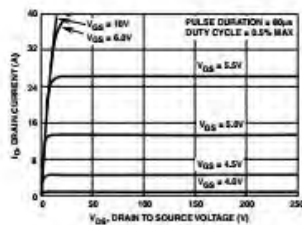


FIGURE 5. OUTPUT CHARACTERISTICS

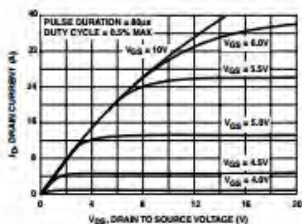


FIGURE 6. SATURATION CHARACTERISTICS

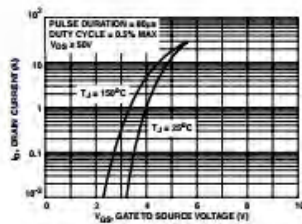


FIGURE 7. TRANSFER CHARACTERISTICS

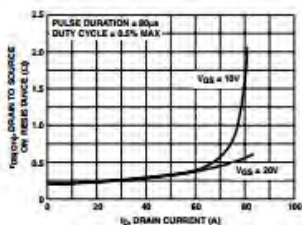


FIGURE 8. DRAIN TO SOURCE ON RESISTANCE vs GATE VOLTAGE AND DRAIN CURRENT

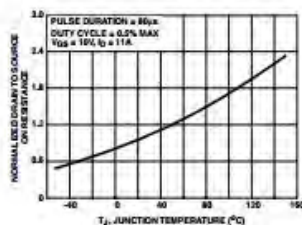


FIGURE 9. NORMALIZED DRAIN TO SOURCE ON RESISTANCE vs JUNCTION TEMPERATURE

Typical Performance Curves Unless Otherwise Specified (Continued)

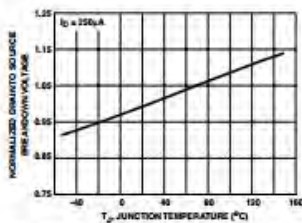


FIGURE 10. NORMALIZED DRAIN TO SOURCE BREAKDOWN VOLTAGE vs JUNCTION TEMPERATURE

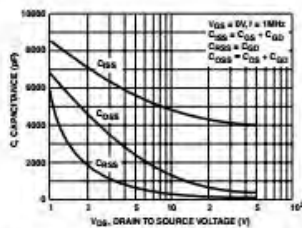


FIGURE 11. CAPACITANCE vs DRAIN TO SOURCE VOLTAGE

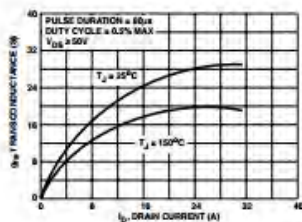


FIGURE 12. TRANSCONDUCTANCE vs DRAIN CURRENT

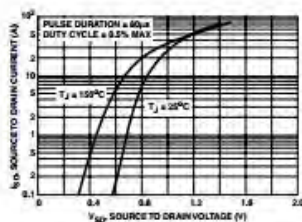


FIGURE 13. SOURCE TO DRAIN DIODE VOLTAGE

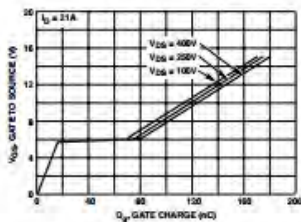


FIGURE 14. GATE TO SOURCE VOLTAGE vs GATE CHARGE

Test Circuits and Waveforms

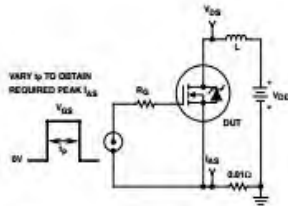


FIGURE 15. UNCLAMPED ENERGY TEST CIRCUIT

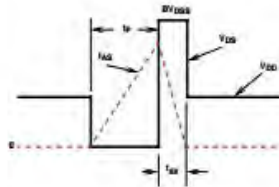


FIGURE 16. UNCLAMPED ENERGY WAVEFORMS

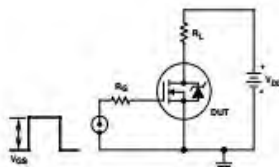


FIGURE 17. SWITCHING TIME TEST CIRCUIT

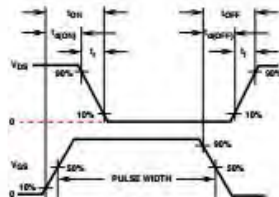


FIGURE 18. RESISTIVE SWITCHING WAVEFORMS

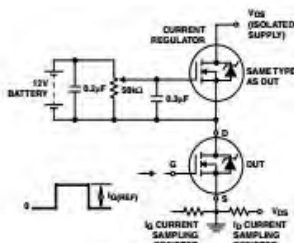


FIGURE 19. GATE CHARGE TEST CIRCUIT

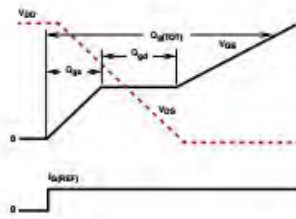


FIGURE 20. GATE CHARGE WAVEFORMS

3. Datasheet TLP 250

TOSHIBA

TLP250

TOSHIBA Photocoupler GaAlAs Inrd & Photo-IC

TLP250

Transistor Inverter
Inverter For Air Conditionor
IGBT Gate Drive
Power MOS FET Gate Drive

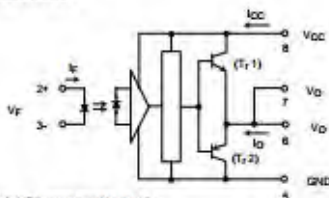
The TOSHIBA TLP250 consists of a GaAlAs light emitting diode and a integrated photodetector.
This unit is 8-lead DIP package.
TLP250 is suitable for gate driving circuit of IGBT or power MOS FET.

- Input threshold current: $I_F \approx 5 \text{ mA (max.)}$
- Supply current (I_{CC}): 11 mA (max.)
- Supply voltage (V_{CC}): $10 \sim 35 \text{ V}$
- Output current (I_O): $\pm 1.5 \text{ A (max.)}$
- Switching time (t_{PLH}/t_{FHL}): $1.5 \mu\text{s (max.)}$
- Isolation voltage: $2500 V_{rms (min.)}$
- UL recognized: UL1677, File No. E67349
- Option (D4) type
VDE approved: DIN VDE0884/00.02, certificate No.76823
Maximum operating insulation voltage: $630 V_{rms}$
Highest permissible over voltage: $4000 V_{peak}$

(Note) When a VDE0884 approved type is needed,
please designate the "option (D4)"

- Creepage distance: 6.3 mm (min.)
Clearance: 6.4 mm (min.)

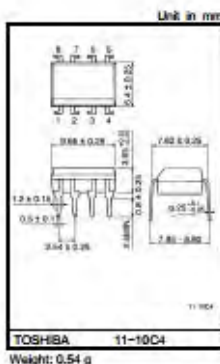
Schematic



A $0.1 \mu\text{F}$ bypass capacitor must be connected between pin 5 and 5 (See Note 5).

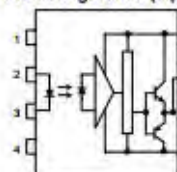
Truth Table

	Tr1	Tr2
Input (LED)	On	Off
	Off	On



Weight: 0.54 g

Pin Configuration (top view)



- 1: N.C.
- 2: Anode
- 3: Cathode
- 4: N.C.
- 5: GND
- 6: V_O (Output)
- 7: V_O
- 8: V_{CC}

Absolute Maximum Ratings (Ta = 25°C)

Characteristic		Symbol	Rating	Unit	
LED	Forward current	I_F	20	mA	
	Forward current derating ($T_a \geq 70^{\circ}\text{C}$)	$\Delta I_F / \Delta T_a$	-0.38	mA / $^{\circ}\text{C}$	
	Peak transient forward current (Note 1)	I_{FPT}	1	A	
	Reverse voltage	V_R	5	V	
	Junction temperature	T_j	125	$^{\circ}\text{C}$	
Detector	T _H peak output current ($P_W \leq 2.5\mu\text{s} / \leq 15\text{kHz}$) (Note 2)		I_{OPH}	-1.5	A
	T _L peak output current ($P_W \leq 2.5\mu\text{s} / \leq 15\text{kHz}$) (Note 2)		I_{OPL}	+1.5	A
	Output voltage	($T_a \leq 70^{\circ}\text{C}$)	V_O	35	V
		($T_a \leq 85^{\circ}\text{C}$)		24	
	Supply voltage	($T_a \leq 70^{\circ}\text{C}$)	V_{CC}	35	V
		($T_a \leq 85^{\circ}\text{C}$)		24	
	Output voltage derating ($T_a \geq 70^{\circ}\text{C}$)		$\Delta V_O / \Delta T_a$	-0.73	V / $^{\circ}\text{C}$
	Supply voltage derating ($T_a \geq 70^{\circ}\text{C}$)		$\Delta V_{CC} / \Delta T_a$	-0.73	V / $^{\circ}\text{C}$
	Junction temperature		T_j	125	$^{\circ}\text{C}$
Operating frequency (Note 3)		f	25	kHz	
Operating temperature range		T_{op}	-20~85	$^{\circ}\text{C}$	
Storage temperature range		T_{stg}	-55~125	$^{\circ}\text{C}$	
Lead soldering temperature (10 s)		T_{sld}	260	$^{\circ}\text{C}$	
Isolation voltage (AC, 1 min., R.H.LS 80%) (Note 4)		BV_S	2500	Vrms	

(Note 1) Pulse width P_W ≤ 1 μs, 300pps

(Note 2) Exponential waveform

(Note 3) Exponential waveform, $I_{OPH} \leq -1.0A$ (≤ 2.5μs), $I_{OPL} \leq +1.0A$ (≤ 2.5μs)

(Note 4) Device considered a two terminal device: Pins 1, 2, 3 and 4 shorted together, and pins 5, 6, 7 and 8 shorted together.

(Note 5) A ceramic capacitor(0.1μF) should be connected from pin 8 to pin 5 to stabilize the operation of the high gain linear amplifier. Failure to provide the bypassing may impair the switching property. The total lead length between capacitor and coupler should not exceed 1cm.

Recommended Operating Conditions

Characteristic	Symbol	Min.	Typ.	Max.	Unit
Input current, on	$I_{C(ON)}$	7	8	10	mA
Input voltage, off	V_{IOFF}	0	—	0.5	V
Supply voltage	V_{CC}	15	—	30, 20	V
Peak output current	$I_{OPH/LOP}$	—	—	±0.5	A
Operating temperature	T _{op}	-20	25	70, 85	°C

Electrical Characteristics (Ta = -20~70°C, unless otherwise specified)

Characteristic		Symbol	Test Con- diti-	Test Condition	Min.	Typ.*	Max.	Unit
Input forward voltage		V_F	—	$I_F \leq 10 \text{ mA}$, $T_a = 25^\circ\text{C}$	—	1.8	1.8	V
Temperature coefficient of forward voltage		$\Delta V_F / \Delta T_a$	—	$I_F \leq 10 \text{ mA}$	—	-2.0	—	mV / °C
Input reverse current		I_R	—	$V_R = 5 \text{ V}$, $T_a = 25^\circ\text{C}$	—	—	10	μA
Input capacitance		C_T	—	$V = 0$, $f = 1 \text{ MHz}$, $T_a = 25^\circ\text{C}$	—	45	250	pF
Output current	"H" level	I_{OH}	3	$V_{CC} = 30 \text{ V}$ (*)	$I_F \leq 10 \text{ mA}$ $V_{S-G} \leq 4 \text{ V}$	-0.5	-1.5	A
	"L" level	I_{OL}	2		$I_F \leq 0$ $V_{S-G} \leq 2.5 \text{ V}$	0.5	2	
Output voltage	"H" level	V_{OH}	4	$V_{CC1} = +15 \text{ V}$, $V_{CC2} = -15 \text{ V}$ $R_L = 2000 \Omega$, $I_F = 5 \text{ mA}$	11	12.8	—	V
	"L" level	V_{OL}	5	$V_{CC1} = +15 \text{ V}$, $V_{CC2} = -15 \text{ V}$ $R_L = 2000 \Omega$, $V_F = 0.8 \text{ V}$	—	-14.2	-12.5	
Supply current	"H" level	I_{CCH}	—	$V_{CC} = 30 \text{ V}$, $I_F = 10 \text{ mA}$ $T_a = 25^\circ\text{C}$	—	7	—	mA
				$V_{CC} = 30 \text{ V}$, $I_F = 10 \text{ mA}$	—	—	11	
	"L" level	I_{CCL}	—	$V_{CC} = 30 \text{ V}$, $I_F = 5 \text{ mA}$ $T_a = 25^\circ\text{C}$	—	7.5	—	
Threshold input current	"Output L→H"	$I_{F(H)}$	—	$V_{CC1} = +15 \text{ V}$, $V_{CC2} = -15 \text{ V}$ $R_L = 2000 \Omega$, $V_O > 0 \text{ V}$	—	1.2	5	mA
Threshold input voltage	"Output H→L"	$V_{F(L)}$	—	$V_{CC1} = +15 \text{ V}$, $V_{CC2} = -15 \text{ V}$ $R_L = 2000 \Omega$, $V_O < 0 \text{ V}$	0.8	—	—	V
Supply voltage		V_{CC}	—		10	—	35	V
Capacitance (input-output)		C_S	—	$V_S = 0$, $f = 1 \text{ MHz}$ $T_a = 25^\circ\text{C}$	—	1.0	2.0	pF
Resistance (input-output)		R_S	—	$V_S = 500 \text{ V}$, $T_a = 25^\circ\text{C}$ R.H.S. 60%	1×10^{-12}	10^{-14}	—	Ω

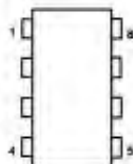
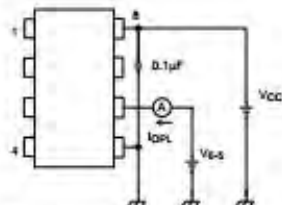
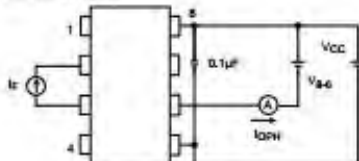
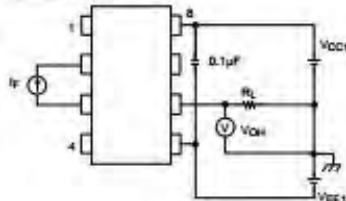
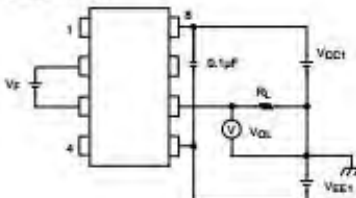
* All typical values are at $T_a = 25^\circ\text{C}$. (*): Duration of I_{OL} time $\leq 50 \mu\text{s}$

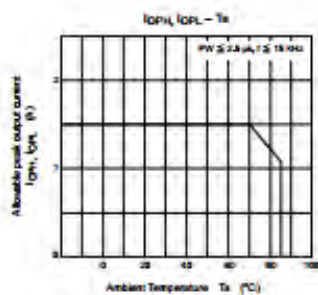
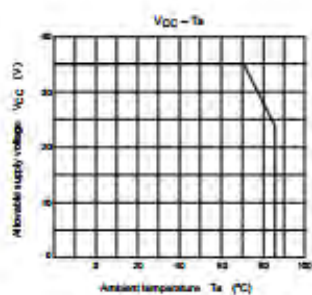
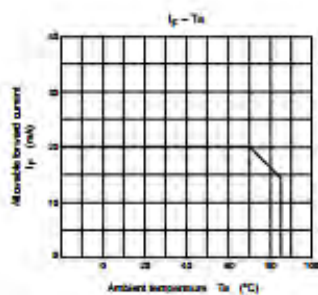
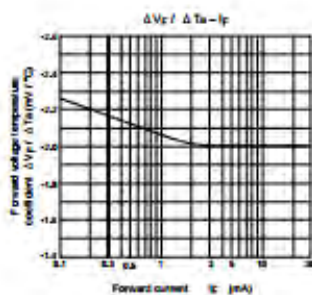
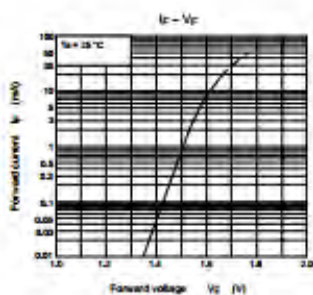
Switching Characteristics (Ta = -20~70°C, unless otherwise specified)

Characteristic	Symbol	Test Circuit	Test Condition	Min.	Typ.*	Max.	Unit
Propagation delay time	L→H	8	I _C = 8mA V _{CC1} = +15V, V _{CE1} = -15V R _L = 200Ω	—	0.15	0.5	μs
	H→L			—	0.15	0.5	
Output rise time	t _r			—	—	—	
Output fall time	t _f			—	—	—	
Common mode transient immunity at high level output	C _{MH}	7	V _{CM} = 600V, I _C = 8mA V _{CE} = 30V, Ta = 25°C	-5000	—	—	V / μs
Common mode transient immunity at low level output	C _{ML}	7	V _{CM} = 600V, I _C = 8mA V _{CE} = 30V, Ta = 25°C	5000	—	—	V / μs

* All typical values are at Ta = 25°C

Test Circuit 1 :


 Test Circuit 2 : IOP_L

 Test Circuit 3 : IOP_H

 Test Circuit 4 : V_{OH}

 Test Circuit 5 : V_{OL}




4. Datasheet DT-Sense Current Sensor

DT-Sense Current Sensor

DT-Sense Current Sensor merupakan suatu modul sensor arus yang menggunakan IC sensor arus linier berbasis Hall-Effect ACS712 produksi Allegro. Sensor arus ini dapat digunakan untuk mengukur arus AC atau DC. Untuk modul DT-SENSE dengan tipe with OpAmp, telah ditambahkan rangkaian OpAmp sehingga sensitivitas pengukuran arus dapat lebih ditingkatkan dan dapat mengukur perubahan arus yang lebih kecil. Sensor ini digunakan pada aplikasi-aplikasi di bidang industri, komersial, maupun komunikasi. Contoh aplikasinya antara lain untuk sensor kontrol motor, deteksi dan manajemen penggunaan daya, sensor untuk switch-mode power supply, sensor proteksi terhadap overcurrent, dan lain sebagainya.

Spesifikasi

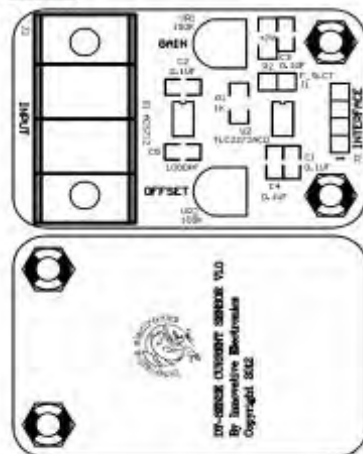
1. Berbasis ACS712 dengan fitur:

- Rise time output = 5 μ s.
- Bandwidth sampai dengan 80 kHz.
- Total kesalahan output 1,5% pada suhu kerja $T_A = 25^\circ\text{C}$.
- Tahanan konduktif internal 1,2 m Ω .
- Tegangan isolasi minimum 2,1 kV_{RMS} antara pin 1-4 dan pin 5-8.
- Sensitivitas output 185 mV/A.
- Mampu mengukur arus AC atau DC hingga 5 A.
- Tegangan output proporsional terhadap input arus AC atau DC.

2. Tegangan kerja 5 VDC.

3. Dilengkapi dengan OpAmp untuk menambah sensitivitas output (untuk tipe With OpAmp).

Tata Letak



Alokasi Pin INTERFACE (J2)			
Pin	Name		Fungsi
1	VCC	Input	Tegangan 5 VDC
2	Out	Output	Output dari sensor
3	Out_Amp	Output	Output dari OpAmp
4	Ground	-	Titik referensi ground

Tegangan output ACS712 terhubung ke pin Out dan tegangan output rangkaian OpAmp terhubung ke Out_Amp.

Pada tipe Without OpAmp, pin Out_Amp dapat diabaikan.

Rumus tegangan pada pin Out = $2,5 \pm (0,185 \times I)$ Volt
Dimana I = arus yang terdeteksi dalam satuan Ampere.

Pada tipe With OpAmp, modul sudah dilengkapi dengan rangkaian OpAmp yang dapat digunakan untuk meningkatkan sensitivitas dan mengubah offset pada tegangan output OpAmp (pin Out_Amp).

Sensitivitas atau Gain diatur melalui VR1 sedangkan offset diatur melalui VR2.

Pada tipe With OpAmp telah dilengkapi pula dengan filter untuk mengurangi noise dengan efek samping bandwidth output menjadi lebih kecil.

Bandwidth output dapat dibuat kembali maksimal (menghilangkan filter) dengan melepas jumper F_SUCT (J1).

Isi CD/DVD

1. Manual DT-Sense Current Sensor.
2. Datasheet.
3. Website Offline Innovative Electronics.

Prosedur Pengujian

Pengujian sederhana dapat dilakukan dengan langkah-langkahnya sebagai berikut:

1. Hubungkan VCC (pin 1) pada modul DT-SENSE dengan sumber tegangan 5 Volt dan pin 4 dengan ground.
2. Ukur tegangan Out (pin 2) pada modul DT-SENSE dengan voltmeter.
3. Jika tidak ada arus yang lewat melalui input, maka Out akan bernilai sekitar 2,5 Volt.
4. Jika modul DT-SENSE CURRENT SENSOR dilengkapi dengan OpAmp, maka atur Offset (VR2) sehingga nilai Out_Amp menjadi sekitar 2,5 Volt.
5. Lewatkan arus listrik melalui jalur input. Semakin besar arus yang melewati input, semakin besar pula perubahan tegangan pada pin Out dan pin Out_Amp.
6. Karena sifat dari rangkaian OpAmp yang digunakan, jika tegangan Out lebih kecil dari 2,5 Volt, maka tegangan Out_Amp akan lebih besar dari pada 2,5 Volt.
7. Sebaliknya, jika tegangan Out lebih besar dari 2,5 Volt, maka tegangan Out_Amp akan lebih kecil dari pada 2,5 Volt.

* Terima Kasih atas kepercayaan Anda menggunakan produk kami, bila ada kesulitan, pertanyaan, atau saran mengenai produk ini silakan menghubungi technical support kami:

support@innovativeelectronics.com

Halaman ini sengaja dikosongkan

RIWAYAT HIDUP



Nama Lengkap : RIZKA MASRUURO
Jenis Kelamin : Perempuan
Tempat, Tanggal Lahir : Surabaya, 29 Januari 1994
Agama : Islam
Kebangsaan : Indonesia
Tinggi/ Berat Badan : 153 cm/ 51 kg
Kesehatan : Baik
Alamat Asal : Ampel Rachmad No. 7, Surabaya
Mobile Phone : 081 703 336 389
E-mail : rizkamasruuo@gmail.com

Riwayat Pendidikan:

- 2001 – 2006 SDN BAMBE I, Driyoredjo, Gresik
- 2006 – 2009 SMP Negeri 16 Surabaya
- 2009 – 2012 SMA Negeri 9 Surabaya
- 2012 – 2015 D3 Teknik Elektro Industri – ITS, Surabaya

Pengalaman Kerja :

- Kerja Praktek di PT. PJB Unit Pembangkitan Brantas PLTA Selorejo, Malang
- Kerja Praktek PT. Perkebunan Nusantara X (Persero) Pg. Pesantren Baru Kediri

Pengalaman Organisasi :

- Sie Kesenian dan Kebudayaan OSIS SMA Negeri 9 Surabaya
- Anggota Departemen HUBLU Himad3tektro
- Kepala Departemen HUBLU Himan3tektro

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama Lengkap : Dany Setyawan
Jenis Kelamin : Laki – laki
Tempat, Tanggal Lahir : Pasuruan, 26 Desember 1994
Agama : Islam
Kebangsaan : Indonesia
Tinggi/ Berat Badan : 160 cm/ 60 kg
Kesehatan : Baik
Alamat Asal : P. Griya Indah Permata Pasuruan
Mobile Phone : 081937196114
E-mail : setyawan_dany@ymail.com

Riwayat Pendidikan:

- 2001 – 2006 SDN Martopuro II Purwosari
- 2006 – 2009 SMP Negeri 1 Purwosari
- 2009 – 2012 SMA Negeri 1 Purwosari
- 2012 – 2015 D3 Teknik Elektro Industri – ITS, Surabaya

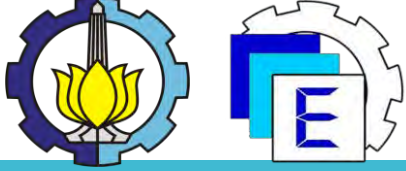
Pengalaman Kerja :

- Kerja Praktek di PT. PJB Unit Pembangkitan Brantas PLTA Selorejo, Malang
- Kerja Praktek PT. Perkebunan Nusantara X (Persero) Pg. Pesantren Baru Kediri

Pengalaman Organisasi :

- Anggota Departemen HUBLU Himad3tektro
- Kepala Biro Departemen HUBLU Himan3tektro

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----



Rancang Bangun Kontroler Baterai *Charger* Untuk *Solar* *Cell*

By:

Rizka Masruuro **2212039009**

Dany Setyawan **2212039022**

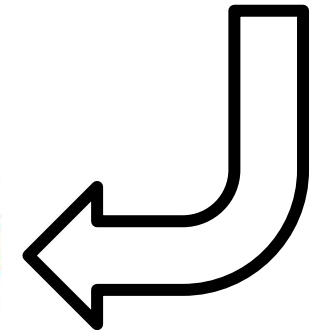
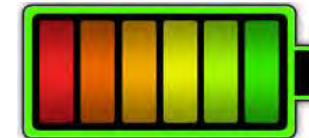
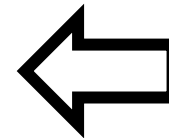
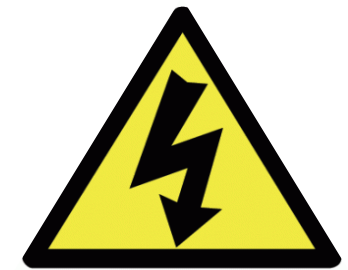
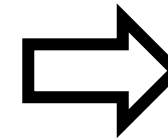
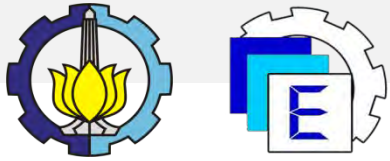
Pembimbing:

Suwito, S.T., M.T.

Onie Meiyanto, S.Pd.



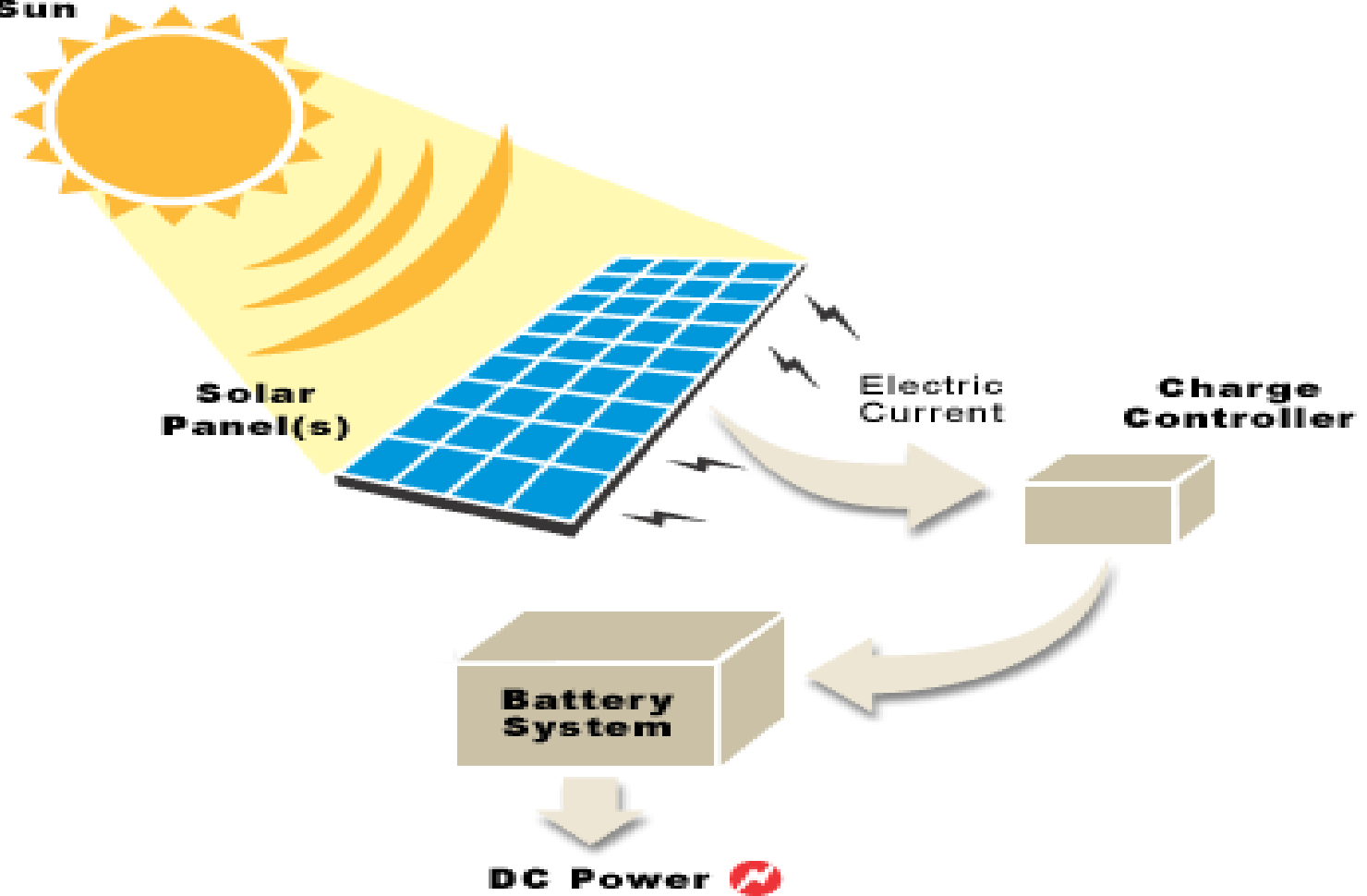
Latar Belakang







**Solar Radiation
from the Sun**

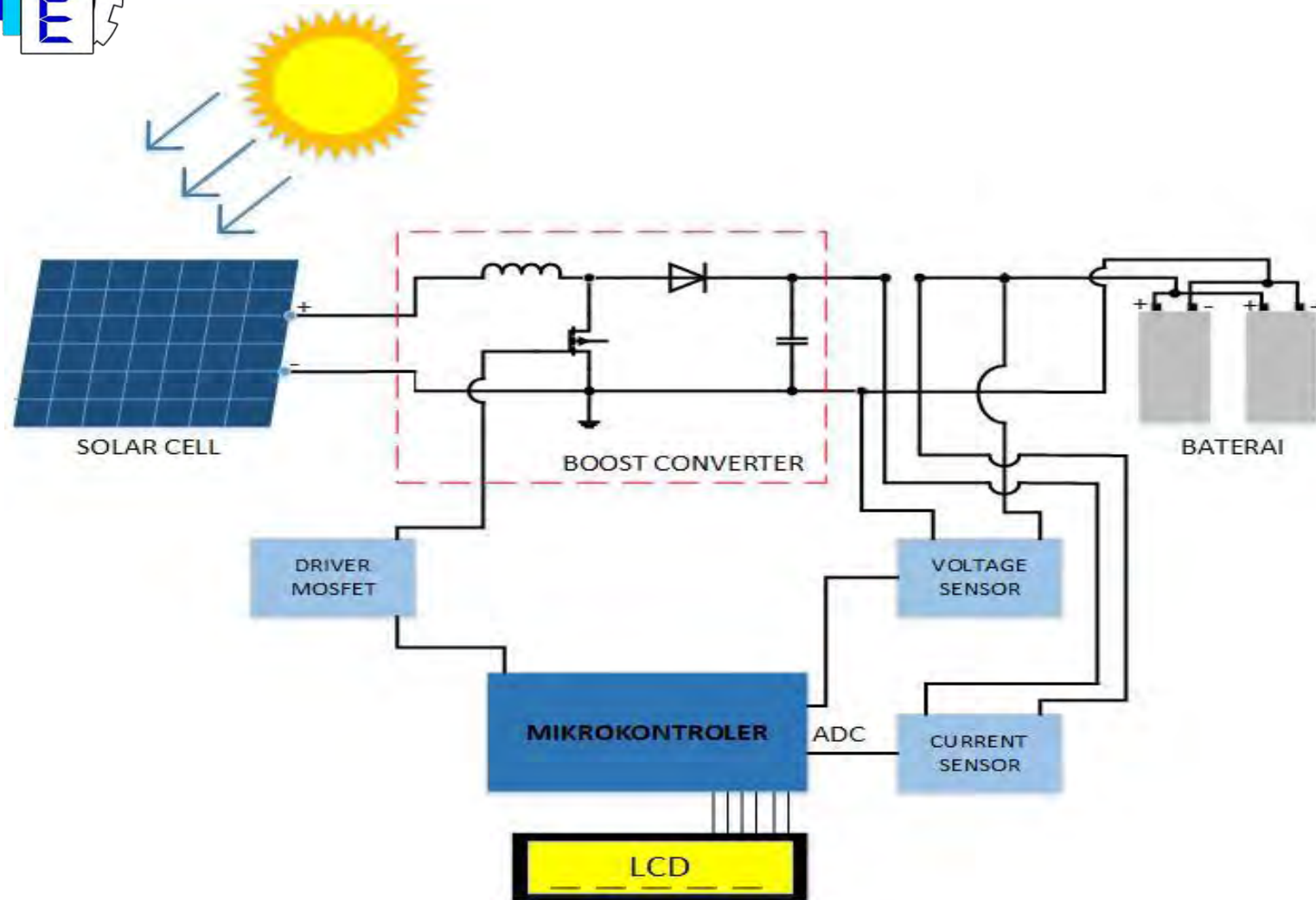




Batasan Masalah

- Pengaturan *output* tegangan sesuai dengan spesifikasi baterai yang di charge
- Pembangkitan pulse PWM oleh mikrokontroller untuk penyalan sistem *boost converter*.
- Indikator pada saat proses *charging* baterai.

Skematik Alat



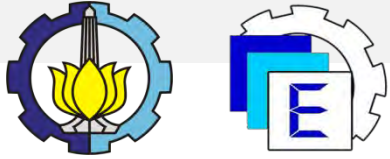


Pengujian



DATA LISTRIK Silicon Solar Pv Module	
P_M	80 Watt
V_{OC}	21.1 Volt
I_{SC}	5.66 Ampere
V_{MP}	17 Volt
I_{MP}	4.7 Ampere
Max Sistem Voltage	1000 Volt
Dimension	1025 x 680 x 35 mm
TEST CONDITION	AM 1.5 1000 W/m ² 25° C

Pengujian Solar Cell

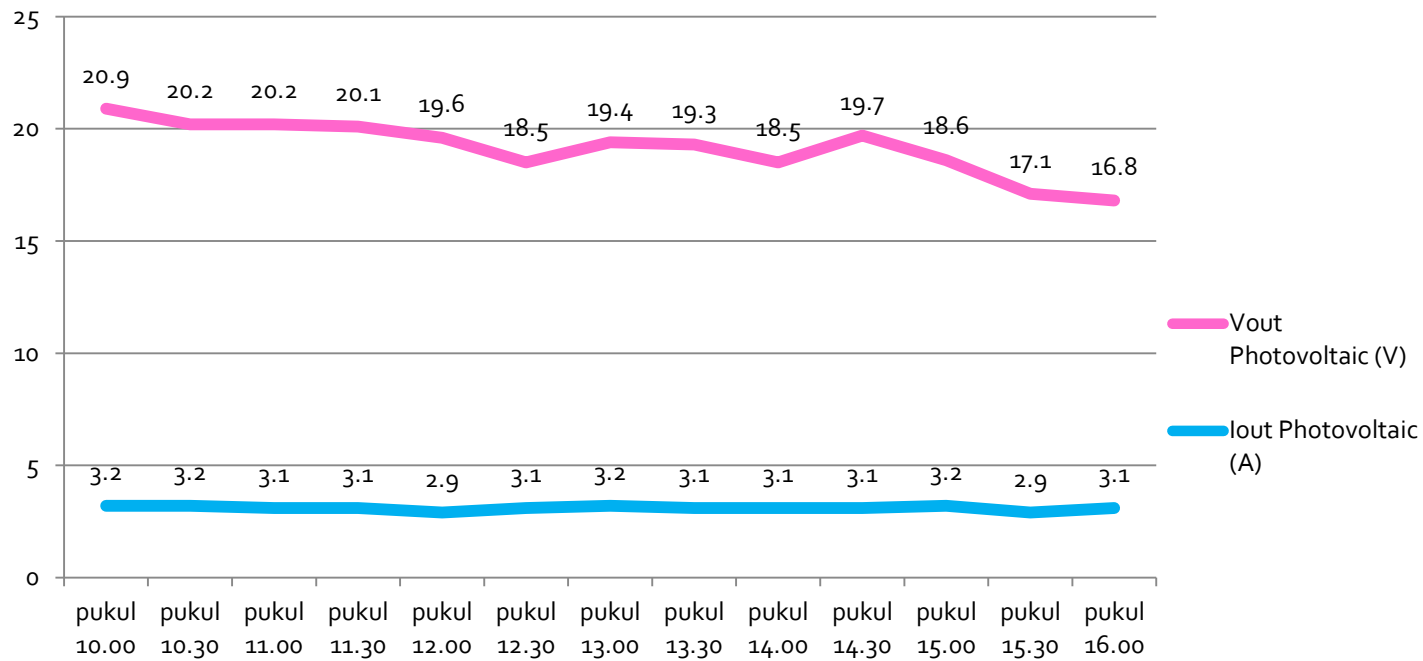


Pengujian

Jam	Vout Photovoltaic	Iout Photovoltaic
10.00	20.9 V	3.2 A
10.30	20.2 V	3.2 A
11.00	20.2 V	3.1 A
11.30	20.1 V	3.1 A
12.00	19.6 V	2.9 A
12.30	18.5 V	3.1 A
13.00	19.4 V	3.2 A
13.30	19.3 V	3.1 A
14.00	18.5 V	3.1 A
14.30	19.7 V	3,1 A
15.00	18.6 V	3,2 A
15.30	17.1 V	2,9 A
16.00	16.8 V	3,1 A
	Vout rata rata: 19,15 V	Iout rata rata: 3,1 A



Grafik Hasil Pengujian



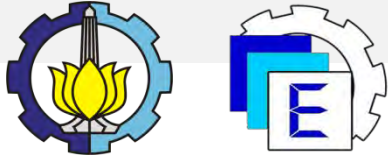
**Model : MTX9**

Voltage	12V
Capacity	9Ah
Reference CCA (-18°C)	125A
Dimension (mm)	L:137 W:76 H:133

Polar



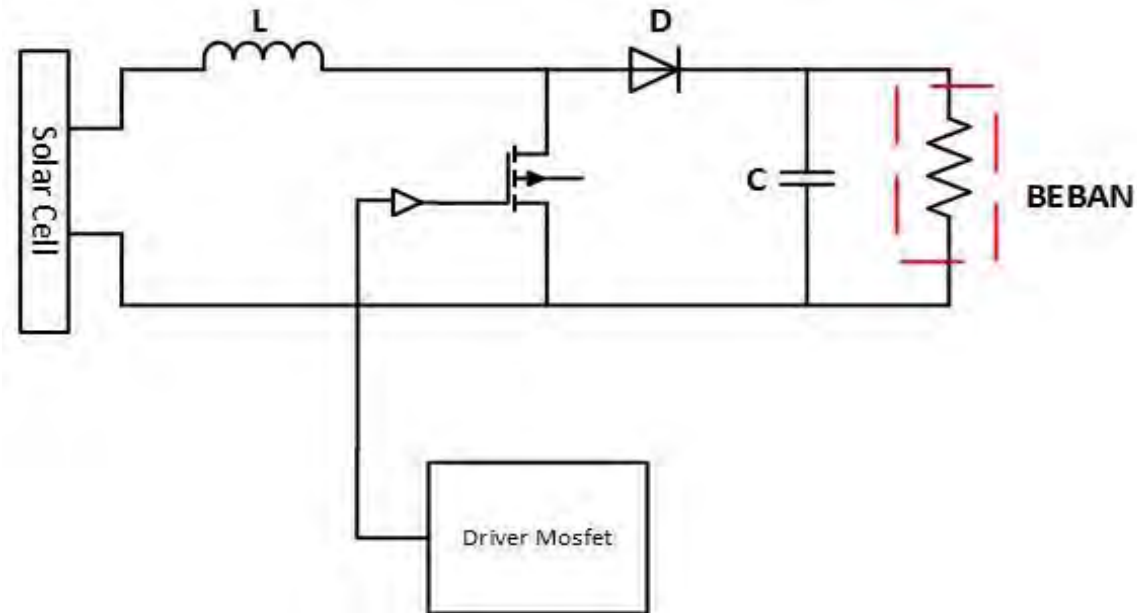
Replace Yuasa	12N7-4A
	12N9-4B-1
	YB7-A
	YB9-B



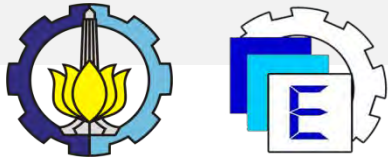
Boost Converter

Pengujian 1

Pengujian 2



- Sumber Tegangan (*Solar cell*) = 19,15 Volt
- Induktor (L) = 1,795 mH
- Capacitor (C) = 14,07 mikroFarad
- R BEBAN = 27,2 Ω
- Mosfet yang digunakan adalah IRP 460



Hasil Pengujian Boost Converter Sumber Tegangan DC Power Supply

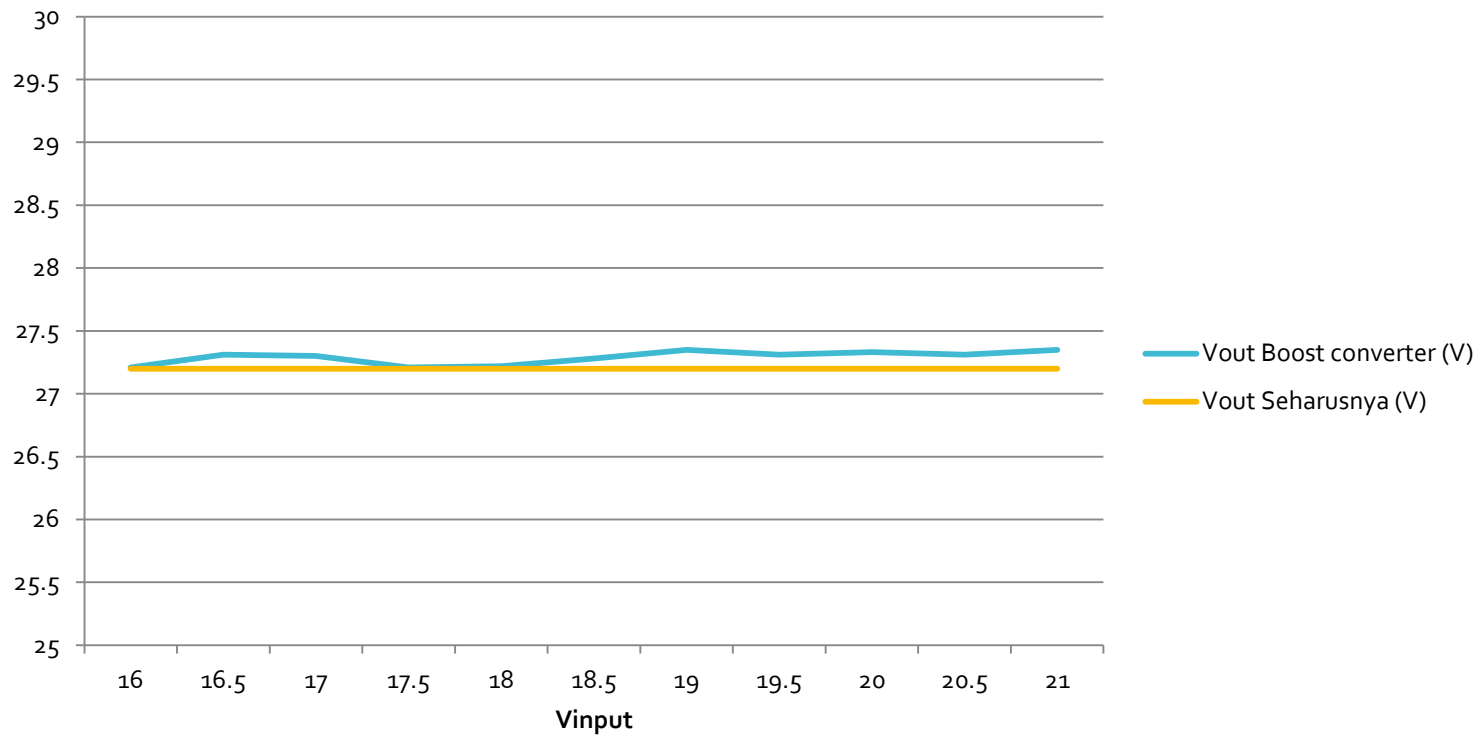
Pengujian 1

Pengujian 2

V input	Vout Boost converter (V)	Vout Seharusnya (V)	Error
16	27.21	27.2	0,04 %
16.5	27.31	27.2	0,40 %
17	27.3	27.2	0,37 %
17.5	27.21	27.2	0,04 %
18	27.22	27.2	0,07 %
18.5	27.28	27.2	0,3 %
19	27.35	27.2	0,55 %
19.5	27.31	27.2	0,40 %
20	27.33	27.2	0,48 %
20.5	27.31	27.2	0,40 %
21	27.35	27.2	0,55 %



Grafik Pengujian Boost Converter Sumber Tegangan Power Supply





Grafik Pengujian Boost Converter Sumber Tegangan Solar Cell

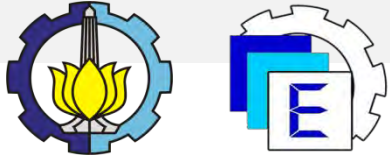
Pengujian 1

Pengujian 2

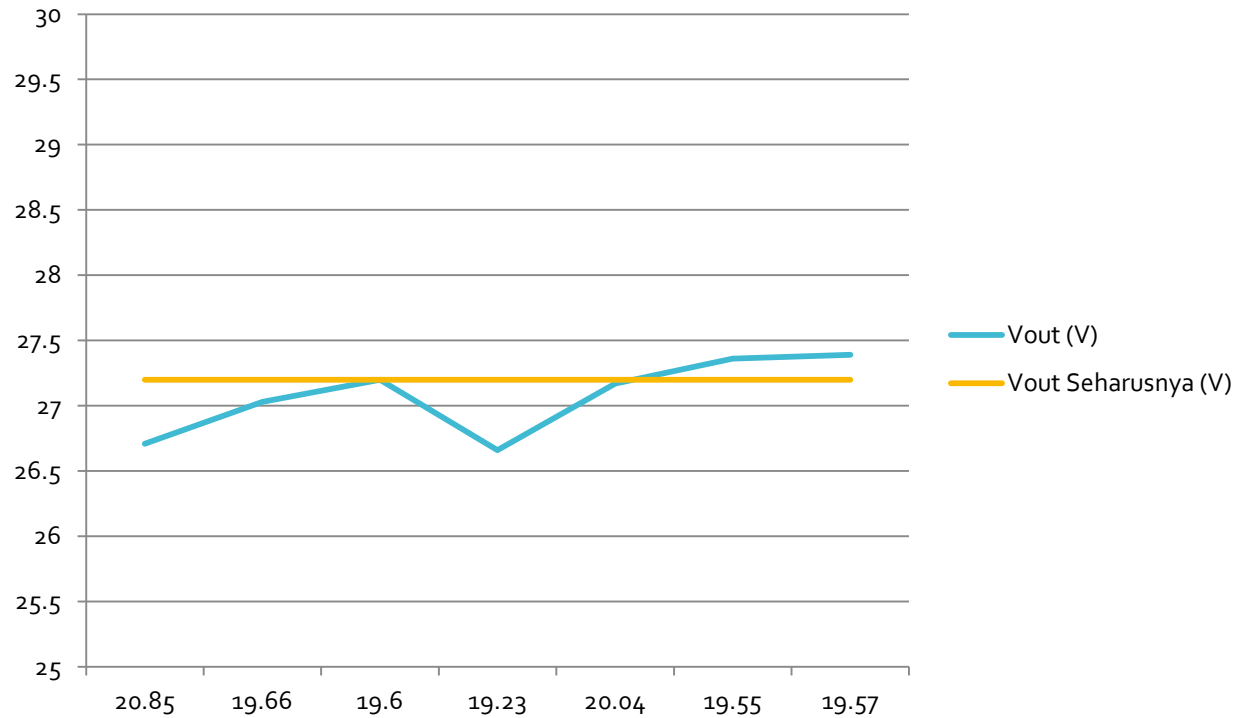
jam	Vin (V)	Vout (V)	Vout Seharusnya (V)
pukul 09.00	20.85	26.71	27.2
pukul 10.00	19.66	27.03	27.2
pukul 11.00	19.6	27.2	27.2
pukul 12.00	19.23	26.66	27.2
pukul 13.00	20.04	27.17	27.2
pukul 14.00	19.55	27.36	27.2
pukul 15.00	19.57	27.39	27.2



Go To Grafik



Grafik Pengujian Boost Converter Sumber Tegangan Solar Cell

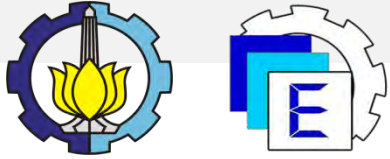




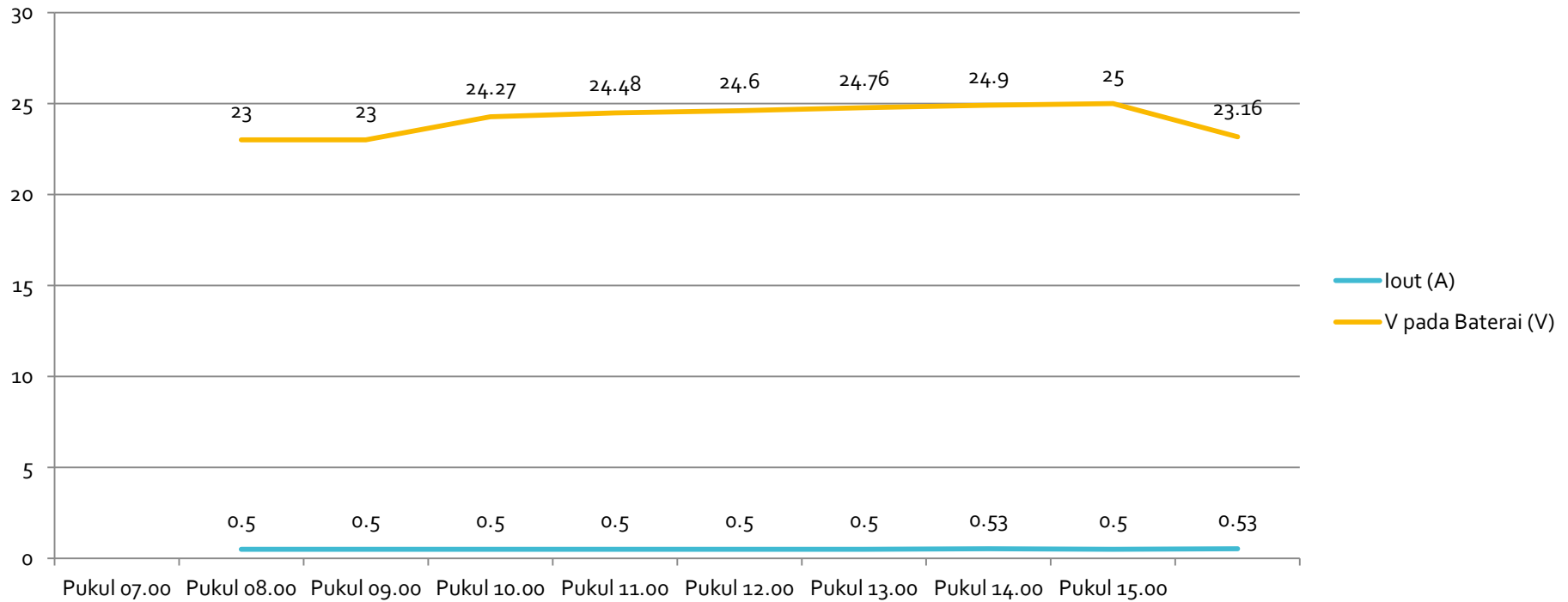
Data Pengujian Alat Secara Keseluruhan

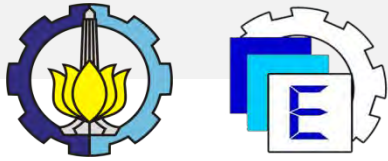
Jam	Cuaca	Vin (V)	Vout (V)	Iout (A)	Daya (Watt)	V pada Baterai (V)	Status Baterai
Pukul 07.00	Cerah	16.5	25.3	0.5	15.18	23	Charge
Pukul 08.00	Cerah	16.8	25.16	0.5	15.85	23	Charge
Pukul 09.00	Cerah	16.14	25.7	0.5	16.19	24.27	Charge
Pukul 10.00	Cerah	16.08	25.96	0.5	16.35	24.48	Charge
Pukul 11.00	Berawan	16.6	25.42	0.5	16.77	24.6	Charge
Pukul 12.00	Berawan	16.35	25.45	0.5	16.04	24.76	Charge
Pukul 13.00	Berawan	16.2	25.47	0.53	16.3	24.9	full
Pukul 14.00	Berawan	15.83	24.1	0.5	15.42	25	charge
Pukul 15.00	Cerah	16.22	25.76	0.53	17	23.16	charge





Grafik Pengujian Alat Secara Keseluruhan





Kesimpulan

- Rata – rata arus charging sebesar 0,5 Ampere
- Saat sistem diberi beban resistif rata rata Vout Boost Converter 27.28 Volt
- Efisiensi arus charging 60%

Saran

- Desain dan pembuatan induktor yang lebih baik. Karna desain yang kurang baik akan mengakibatkan losses arus pada sistem boost converter.
- Sebaiknya temperatur pada mosfet terjaga, karena temperatur pada mosfet dapat mempengaruhi tegangan output pada boost converter.
- Pengambilan data yang lebih banyak akan membantu perbaikan sistem



SIDANG TUGAS AKHIR



“Rancang Bangun Kontroler Baterai Charger Untuk Solar Cell”

By:

Rizka Masruuro

2212039009

Dany Setyawan

2212039022

Dosen Pembimbing:

Suwito, S.T., M.T.

TERIMA KASIH ☺

Algoritma Boost Converter

Parameter Perhitungan Boost Converter

Vin (rata – rata tegangan yang dihasilkan solar cell)	19,15
Vout (tegangan yang dibutuhkan untung mencharge baterai)	27,2
Ripple Tegangan Output	3%
Ripple Arus Induktor	10%
Iout	1A
Rbeban	27,2 Ω

Algoritma Boost Converter

Menentukan Duty Cycle

$$\frac{V_o}{V_i} = \frac{1}{1 - D}$$

$$\frac{27,2}{19,15} = \frac{1}{1 - D}$$

$$27,2 - 27,2 D = 19,15$$

$$27,2 - 19,15 = 27,2 D$$

$$8,05 = 27,2 D$$

$$D = 0,3$$

$$\Delta I_{Lpp} = 0,1 \times I_L$$

$$I_L = I_{output} = 1 A$$

$$\Delta I_{Lpp} = 0,1 A$$

Menentukan TON

Frekuensi = 32 KHz

$$D = \frac{T_{ON}}{T_{SW}}$$

$$\begin{aligned} T_{ON} &= D \times T_{SW} \\ &= 0,3 \times \frac{1}{32000} \text{ Hz} \end{aligned}$$

$$T_{ON} = 9,375 \times 10^{-6} S$$

Algoritma Boost Converter

**Menentukan Nilai
Induktansi**

$$L = \frac{V_i \times T_{ON}}{\Delta I_{Lpp}}$$
$$= \frac{19,15 \times 9,375 \times 10^{-6}}{0,1}$$

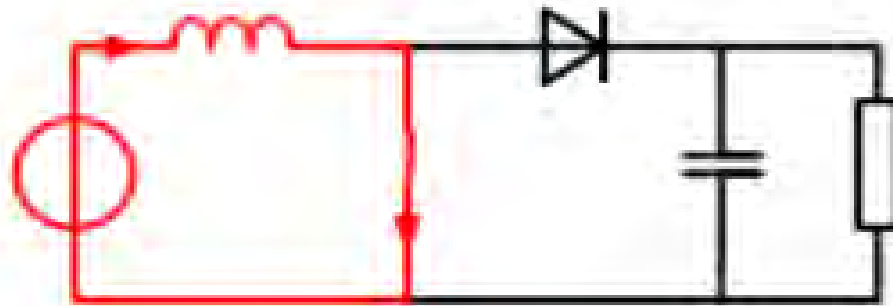
$$L = 1,795 \text{ mH}$$

**Menentukan Nilai
Kapasitansi**

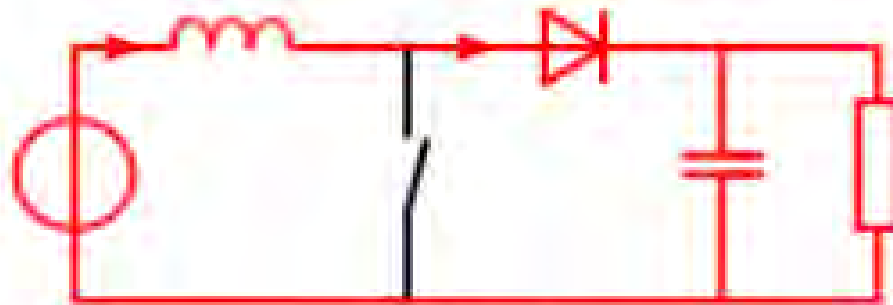
$$C = \frac{V_O \times T_{ON}}{\Delta V_{Cpp} \times R}$$
$$= \frac{27,2 \times 9,375 \times 10^{-6}}{0,03 \times 27,2 \times 27,2}$$

$$C = 14,07 \mu F$$

Prinsip Kerja Boost Converter



Saat t_{on}



Saat t_{off}

